DENKSCHRIFTEN

DER

KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

90. BAND

Library of Congress
537869
SEP 2 5 192
SMITHSONIAN DEPOSIT

WIEN

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI

1914

AS142
.V314

Inhalt.

Seite

Müller J.: Beiträge zur Kenntnis der Höhlenfauna der Ostalpen und der Balkanhalbinsel, I. (mit 1 Verbreitungskarte im Texte und 2 Textfiguren) 1

— Beiträge zur Kenntnis der Höhlenfauna der Ostalpen und der Balkanhalbinsel, II. (mit 1 Stammbaum und 9 Textfiguren) 11

Lämmermayr L.: Die grüne Pflanzenwelt der Höhlen 125

Abel O.: Die Vorfahren der Bartenwale (mit 12 Tafeln und 20 Textfiguren) 155

Mazelle E.: Die stündliche Veränderlichkeit der Temperatur im Tageslaufe und die tägliche Periode der Temperatur 225

Toldt K. jun.: Über die äußere Körpergestalt eines Fetus von *Elephas maximus* (= *Indicus*) L., nebst vergleichenden Betrachtungen über sein Integument, insbesondere über die Behaarung (mit 5 Tafeln) 259

Herzfeld St.: Studien über Juglandaceen und Julianiaceen (mit 7 Tafeln und 1 Textfigur) 301

Steindachner F.: Bericht über die von Hans Sauter auf Formosa gesammelten Schlangenarten (mit 4 Tafeln und 21 Textfiguren) 319

Erdheim J.: Rachitis und Epithelkörperchen (mit 11 Tafeln und 16 Textfiguren) 363

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER HÖHLENFAUNA DER OSTALPEN UND DER BALKANHALBINSEL

VON

PROF. DR. JOSEF MÜLLER

TRIEST

Mit einer Verbreitungskarte im Texte und 2 Textfiguren

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 2. MAI 1913

I.

Die Gattung Aphaobius Abeille (Coleopt., Silphid.).

Die Gattung *Aphaobius* wurde von ABEILLE de PERRIN 1878[1] für den von Ferdinand SCHMIDT 1855[2] beschriebenen *Adelops Milleri* aufgestellt und durch die im männlichen Geschlecht bloß viergliederigen Vordertarsen charakterisiert. Eine zweite hieher gehörige Art beschrieb REITTER 1885[3] unter dem Namen *Aphaobius Heydeni.*

1902 wurde von GANGLBAUER[4] darauf hingewiesen, daß auch die früher als *Bathyscia* beschriebenen Arten *Gobanzi, Dorotkana, narentina* sowie eine neue Art, *Paganettii,* im männlichen Geschlechte bloß viergliedrige Vordertarsen besitzen und daher nach der ABEILLE'schen Definition zu *Aphaobius* zu stellen sind. Da jedoch die eben genannten Arten, abgesehen von der Beschaffenheit der männlichen Vordertarsen, in der Körperform mehr mit *Bathyscia* übereinstimmen, so schlug GANGLBAUER vor, *Aphaobius* als Untergattung von *Bathyscia* zu betrachten.

Dem Vorschlage GANGLBAUER's folgend, beschrieb ich 1903[5] eine neue *Bathyscia* von Lissa (*issensis m.*) als *Aphaobius*; ebenso APFELBECK 1907[6] seine neue *Bathyscia insularis* von der Insel Curzola.

---

[1] E. ABEILLE de PERRIN: Note sur les Leptoderites. (Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse, XII, 1878, p. 144—155.

[2] F. SCHMIDT: Beschreibung zweier neuer Höhlentiere, eines Käfers und einer Schnecke. (Verh. zool. bot. Ges. Wien, V, 1855, p. 1.)

[3] E. REITTER: Bestimmungstabellen der europäischen Coleopteren, XII, Necrophaga. (Verh. naturforsch. Ver. Brünn, XXIII, 1885).

[4] L. GANGLBAUER: Zwei neue Bathyscien aus Dalmatien. (Verh. zool. bot. Ges. Wien, LII, 1902, p. 45—51.)

[5] J. MÜLLER: Beschreibungen neuer dalmatinischer Coleopteren. I. (Münch. Koleopt. Zeitschr. I, 1903, p. 192—194).

[6] V. APFELBECK: Zur Höhlenfauna der Balkanhalbinsel. (Wien. entom. Zeitg. XXVI, 1907, p. 313—321).

1908 trennte REITTER [1] fast gleichzeitig mit JEANNEL [2] die als *Aphaobius* beschriebenen Arten von bathysciaartigem Habitus als eigene Gruppe unter dem Namen *Bathyscina* ab, so daß nur die zwei zuerst beschriebenen Arten, *Milleri* und *Heydeni*, als Vertreter von *Aphaobius* s. str. verblieben. In Übereinstimmung mit GANGLBAUER faßte REITTER auch die echten Aphaobien bloß als Untergattung der großen Gattung *Bathyscia* auf, während JEANNEL (a. a. O.) sowohl *Aphaobius* als auch *Bathyscina* zum Range eigener Genera erhob.

Zu der in diesem Sinne restringierten Gattung (beziehungsweise Untergattung) *Aphaobius* kam ein weiterer Zuwachs in den Jahren 1909 beziehungsweise 1910 durch die von mir beschriebenen Formen *Aphaobius Maneki* [3] aus Bulgarien, *Kraussi* [4] aus Südsteiermark und *Milleri Springeri* [4] aus dem Triester Karst.

1911 hat JEANNEL in seiner dankenswerten Monographie der Höhlensilphiden [5] die Vermutung ausgesprochen, daß *Aphaobius Maneki* wahrscheinlich einer eigenen, in die phyletische Reihe von *Hexaurus* gehörigen Gattung zuzuweisen sein dürfte.

Die von mir inzwischen vorgenommene Untersuchung des männlichen Kopulationsapparates bestätigte die JEANNEL'sche Vermutung insofern, als ich mich nun tatsächlich auf Grund der wesentlichen Unterschiede im Baue der Begattungsorgane gezwungen sehe, den *Aphaobius Maneki* von den echten Aphaobien generisch abzutrennen; nur paßt auf diese neue Gattung mit ihren dreiborstigen Parameren nicht ganz genau die von JEANNEL für die *Hexaurus*-Gruppe gegebene Diagnose [6], wonach die Parameren am Ende bloß zwei Borsten besitzen.

Die Diagnose der eben besprochenen neuen Gattung, die ich nach ihrem Entdecker, meinem lieben Freunde, Prof. Dr. Fritz Netolitzky in Czernowitz, benenne, lautet:

Netolitzkya nov. gen. *Bathysciinarum.*

Caput prothorace multo angustius; antennae in tertia parte media capitis insertae, articulo primo secundo paullo breviore. Oculi nulli.

Prothorax transversus, lateribus antice rotundato-convergentibus, basin versus subparallelis, facie basali utrinque, ante angulos posticos, foveola vel impressione lineiformi instructa.

Elytra ovata, prothorace paulo latiora, modice convexa, transversim strigosa, angulis humeralibus rotundatis; stria suturalis nulla.

Femora anteriora ultra latera prothoracis haud vel vix prominentia. Tibiae anticae margine externo haud spinularum serie instructae. Maris tarsi antici quadri-articulati, haud dilatati.

Penis exiguus ac tenuis, sacco interno simplici. Paramera apice setulis tribus instructa.

Hierher als einzige Art: *Netolitzkya Maneki* m. aus einer Höhle bei Trevna in Bulgarien.

Die morphologischen Unterschiede zwischen *Aphaobius* und *Netolitzkya*, deren große habituelle Ähnlichkeit wohl nur auf Konvergenz zurückzuführen ist, lassen sich folgendermaßen definieren:

1. Schultern eckig. Die beiden ersten Fühlerglieder etwa gleichlang; das achte Fühlerglied sehr klein, kaum halb so lang als das neunte. Die Halsschildbasis vor den Hinterecken

---

[1] E. REITTER: Übersicht der blinden Silphiden-Gattungen. (Wien. entom. Zeitg. 1908, p. 103—118.)

[2] R. JEANNEL: Biospeologica V. Coleopteres. (Archiv de zool. exper. 4e série, tome VIII, 1908, p. 267—326, pl. XII—XIV. Vergl. speziell p. 298.)

[3] J. MÜLLER: Sechs neue Höhlenkäfer aus den südlichen Kalkalpen, dem istrisch-dalmatinischen Karstgebiet und dem Balkan. (Wien. entom. Zeitg. XXVIII, 1909, p. 273—282.)

[4] J. MÜLLER: Diagnosen neuer Höhlensilphiden. (Zool. Anzeiger, Bd. XXXVI, 1910, p. 184—186.)

[5] R. JEANNEL: Biospeologica XIX: Revision des Bathysciinae. (Arch. zool. exper., 5e série, Tome VII, 1911, p. 1—641, pl. I—XXIV. Vergl. speziell p. 566.)

[6] R. JEANNEL: Bathysciinae, a. a. O., p. 408.

ohne deutlichen Eindruck. Der männliche Kopulationsapparat (Fig. 1) groß, etwa $^1/_4$—$^1/_5$ der Körperlänge erreichend. Penis breit, am Ende mit breiter Öffnung; der im Penis gelegene ausstülpbare Teil des Ductus ejaculatorius (»sacce interne« nach JEANNEL) mit verschiedenen chitinösen Differenzierungen (Häkchen, Stacheln etc.) versehen. — Verbreitungsgebiet: Südsteiermark, Krain und Küstenland.

Gen. **Aphaobius** Abeille.

2. Schultern abgerundet. Das erste Fühlerglied etwas kürzer als das zweite; das achte nur mäßig verkleinert, etwas schmäler aber nur wenig kürzer als das neunte. Die Halsschildbasis vor den Hinterecken mit einer grübchen- oder linienartigen Vertiefung,

Fig. 1. Fig. 2.

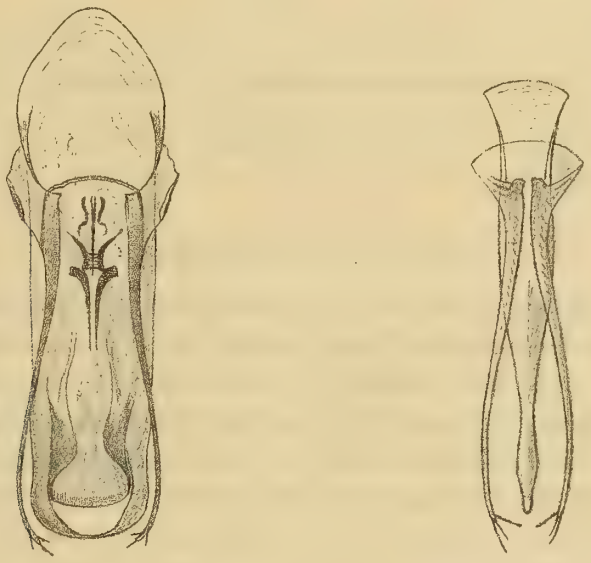


Fig. 1. Penis von *Aphaobius Milleri Pretneri* J. Müller. — Fig. 2. Penis von *Netolitzkya Maneki* J. Müller.
(Beide in der Dorsalansicht; Nr. 2 relativ viel stärker vergrößert als Nr. 1.)

wodurch der Seitenrand vor den Hinterecken etwas aufgebogen erscheint. Der männliche Kopulationsapparat (Fig. 2) im Verhältnis zum Körper viel kleiner,[1] Penis schmal, zugespitzt; der darin befindliche Teil des Ductus ejaculatorius einfach, ohne chitinöse Differenzierungen. — Verbreitungsgebiet: Schipka-Balkan (Bulgarien).

Gen. **Netolitzkya** Jos. Müll.

Von den nach Ausscheidung des *Aphaobius Maneki* den echten Aphaobien verbleibenden drei Arten muß ich wenigstens eine, auf Grund des mir nunmehr vorliegenden Materiales, in den Rassenkreis des *Milleri* verweisen; es ist dies der südsteirische *A. Kraussi* m. aus der Gegend von Leutsch. Ob auch *A. Heydeni* etwa bloß als eine extreme Form des *Milleri* aufzufassen sei, kann ich noch nicht mit Sicherheit entscheiden; doch ist dies nicht wahrscheinlich, da *A. Heydeni* in mehreren Grotten zusammen mit *Milleri* vorzukommen scheint[2], ähnlich wie *Bathyscia Freyeri* und *Robiči*, die bei gemeinsamem Vorkommen fast nur durch analoge Unterschiede im Halsschildbau differieren, wie die beiden eben genannten Aphaobien.

---

[1] Das genaue Verhältnis der Penis zur Körperlänge kann ich nicht angeben, da mir der Kopulationsapparat nach Anfertigung der Zeichnung in Verlust geraten ist.

[2] Vergl. R. JEANNEL, Revision des Bathysciinae, l. c., p. 575 und 576.

Mit Rücksicht auf vorstehende Ausführungen sowie auf zwei neue, im nachfolgenden näher zu charakterisierende Rassen des *A. Milleri* gebe ich folgende

Übersicht der bisher bekannten Formen der Gattung Aphaobius.

1. Halsschildseiten mehr oder weniger gerundet, vor den Hinterecken erweitert oder parallelseitig, selten bereits von der Basis an schwach verengt, dann aber schon hinter der Mitte deutlich gerundet.

1. **A. Milleri** F. Schmidt.

2. Halsschildseiten von den spitzen Hinterecken an bis weit über die Mitte hinaus fast geradlinig verengt, oder vor den Hinterecken leicht ausgeschweift.

2. **A. Heydeni** Reitter.

1. Aphaobius Milleri F. Schmidt.

Von dieser über Untersteiermark, Ober- und Unterkrain sowie einen Teil des Küstenlandes verbreiteten Art kann ich vorläufig folgende Lokalrassen unterscheiden:

a) A. Milleri F. Schmidt forma typica.

Der Halsschild relativ groß und breit, wenig schmäler als die Flügeldecken, an der Basis meist ebenso breit als die Flügeldecken an den Schultern, davor stärker (♂) oder schwächer (♀) gerundet erweitert, die größte Breite im basalen Drittel oder Viertel gelegen. Der Seitenrand der Flügeldecken gegen die Basis sehr schwach verengt und hinter den deutlich vortretenden Schulterecken meist schwach ausgeschweift. Die Fühlerlänge und meist auch die Körperform in beiden Geschlechtern auffallend verschieden: die Männchen sind schlank und haben lange und dünne Fühler, an denen besonders die letzten Glieder gestreckt erscheinen; die Weibchen sind meist erheblich breiter und haben deutlich kürzere Fühler, ihre vorletzten Glieder sind aber immerhin noch gut doppelt so lang als breit. Länge: 2·4—3 *mm.*

Geographische Verbreitung. Über das Vorkommen des *Aphaobius Milleri* sagt F. SCHMIDT in der Originalbeschreibung (Verh. zool. bot. Ver. Wien, V, 1856, p. 1): »Ich habe diese neue Art in der Pasica-Grotte und in jener am Mokrizberge in Krain aufgefunden.« Mir liegen von den Originalfundstellen keine Exemplare vor; doch glaube ich, die zahlreichen Exemplare, die ich durch Herrn Franz Tax von der Piuka jama bei Nußdorf erhielt (gesammelt im Mai 1898), auf die typische Form beziehen zu dürfen.

Die von mir seinerzeit notierten Fundorte: Kevderca jama am Ljubnikberge (Stussiner, 30./5. 1895), Berlova jama bei Nußdorf (Moser), St. Peter (Stussiner), Dreibrüder-Grotte bei Gottschee (Penecke und Tax) und Častitljiva jama bei Radmannsdorf (Wiener Hofmuseum) bedürfen einer Nachuntersuchung. Es wäre nämlich noch einmal festzustellen, ob es sich an allen diesen Fundorten wirklich um den typischen *A. Milleri* handelt. Leider liegt mir das betreffende Material nicht mehr vor.

Ebenso wäre noch durch gewissenhafte Aufsammlungen festzustellen, ob sich die zahlreichen von JEANNEL,[1] zumeist nach JOSEPH'schen Angaben angeführten Grotten durchwegs auf den echten *A. Milleri* beziehen. Aus den JEANNEL'schen Angaben ist leider nicht immer zu ersehen, welche Fundortsangaben von ihm selbst auf Grund des Materials nachgeprüft wurden und welche lediglich der Literatur entnommen sind.

Ich unterlasse daher die Aufzählung aller dieser nicht ganz sicheren Fundorte in der Hoffnung, daß es mir selbst in absehbarer Zeit möglich sein wird, die Verbreitung des *A. Milleri* und seiner Rassen in Krain festzustellen und die bisherigen Fundortsangaben zu berichtigen. Vorläufig kann ich nur bekannt-

[1] R. JEANNEL: Revision des Bathysciinae, l. c., p. 432.

geben, daß der aus der Adelsberger Gegend (Magdalenen-Grotte, Črna jama) angeführte *Aphaobius* nach mir vorliegendem, zuverlässigem Material sicher nicht zum typischen *Milleri* gehört, wie bisher in der Literatur angegeben wurde, sondern eine Übergangsform von diesem zur Rasse *Pretneri* m. darstellt, wie weiter unten näher ausgeführt werden soll; ferner, daß der ebenfalls in der Literatur zu findende Fundort Görtschach, nach einem mir von dort durch Freund Stussiner zugekommenen Exemplar ebenfalls nicht auf den typischen *Milleri* zu beziehen sein dürfte, da dieses Stück durch wesentlich schmäleren und vor der Basis absolut nicht erweiterten Halsschild vom typ. *Milleri* erheblich abweicht und eher mit Subsp. *Knirschi* m. zusammenzufallen scheint. Allerdings wird sich die Rassenzugehörigkeit der Görtschacher Form erst nach einem Vergleich einer größeren Anzahl von Exemplaren genau feststellen lassen.

Die JOSEPH'schen Angaben[1] über das Vorkommen des *A. Milleri* in den Grotten von St. Kanzian bei Matavun, in der Grotte von Corgnale bei Divača und in der Fernece-Grotte[2] bei Sessana haben sich bisher nicht bestätigt. In den Grotten von St. Kanzian und Corgnale, die ich genau kenne, fand ich keinen *Aphaobius*, dafür aber wohl *Bathyscia Khevenhülleri*. Sollte übrigens in diesen oder anderen Grotten des Triester Karstes der *Aphaobius Milleri* wirklich vorkommen, so würde es sich höchstwahrscheinlich um die nächste Rasse handeln.

b) **A. Milleri Springeri** m. (Zool. Anzeig. 1910, 185).

Vom typischen *Milleri* vor Allem durch kleineren, gewölbteren Halsschild verschieden. Derselbe ist erheblich schmäler als die Flügeldecken, die Basis selbst deutlich schmäler als die Flügeldecken an den Schultern, der Seitenrand vor den Hinterecken stärker erweitert und daher gegen dieselben deutlicher eingezogen, die größte Breite des Halsschildes weiter vorne, der Mitte näher gelegen. Ferner sind die Flügeldecken gegen die Basis deutlicher verengt, die Schulterecken nicht deutlich vortretend, der Seitenrand dahinter nicht ausgeschweift. Die Fühler, besonders ihre letzten Glieder, kürzer und gedrungener[3]. Länge 2·4—2·8 *mm.*

Geographische Verbreitung. Diese Rasse ist in prägnanter Ausbildung bisher nur von der Höhle »Petnjak« bei Storje unweit Sessana im Triester Karst bekannt, wo ich sie zum erstenmal am 4./X. 1909 fand. Seither ist sie dort noch am 17./X. 1909 und 15./X. 1911 gesammelt worden.

c) **A. Milleri Pretneri** nov. subsp.

Vom typischen *Milleri* durch plumperen Körperbau, kürzere, bauchigere Flügeldecken, vor allem aber durch kürzere Fühler verschieden. Überhaupt sind die Fühler bei dieser Rasse kürzer und gedrungener als bei jeder anderen bisher bekannten *Milleri*-Form, die beiden vorletzten Fühlerglieder des ♀ sind nicht viel länger als breit. Der Halsschild ist relativ breit, kaum schmäler als bei der typischen Form, beim ♂ im hinteren Drittel deutlich gerundet erweitert und gegen die Hinterwinkel eingezogen, beim ♀ im hinteren Drittel bis zu den Hinterecken fast parallelseitig, nicht oder kaum gerundet erweitert. Die Halsschildbasis meist ein wenig schmäler als die Flügeldecken an den Schultern. Der Seitenrand der Flügeldecken hinter den Schulterecken nicht deutlich ausgeschweift. Länge: 2·2—2·5 *mm.*

---

[1] Dr. G. JOSEPH: Beobachtungen über Lebensweise und Vorkommen der in den Krainer Tropfsteingrotten einheimischen Arten der blinden Gattungen Machaerites, Leptoderus, Oryotus und Troglorrhynchus. (49. Jahresbericht der Schles. Ges. vaterl. Kultur. Breslau 1871).

[2] Diese Grotte scheint nicht zu existieren. Wahrscheinlich handelt es sich um die Grotte von Fernetić zwischen Opčina und Sessana.

[3] Bei einem Vergleich der Fühlerlänge sowie der Körperform sind stets Individuen gleichen Geschlechts zu wählen, da die genannten Charaktere beim ♂ und ♀ oft recht verschieden ausgebildet sind. Dasselbe gilt auch mehr oder weniger für die anderen *Milleri*-Rassen.

Von *Milleri Springeri* durch breiteren Körperbau, breiteren und beim ♀ zur Basis nicht deutlich verengten Halsschild, kürzere zur Basis und Spitze weniger stark verengte und daher an der Spitze selbst breiter abgerundete Flügeldecken sowie durch kürzere Fühler, von *Milleri Kraussi* durch flachere, seitlich weniger gerundete Flügeldecken, dickere und kürzere Fühlerglieder sowie den, wenigstens beim ♂, im hinteren Drittel deutlich gerundet erweiterten und gegen die Hinterecken eingezogenen Halsschild, von *Milleri Knirschi* durch breiteren Halsschild, zur Basis und Spitze weniger stark verengte, an der Spitze breiter abgerundete Flügeldecken und viel kürzere, kräftigere Fühler differierend.

Geographische Verbreitung. Der einzige bisher bekannte Fundort ist ein aufgelassener Stollen am Stou (Hochstuhl) in den Karawanken, wo ihn mein Schüler Egon Pretner im September 1911 entdeckte. Weitere Stücke köderte er ebenda im August 1912. Vielleicht gehören zu dieser Rasse die oberwähnten Stücke von der Častitljiva jama bei Radmannsdorf.

Übergangsformen zwischen *Aphaobius Milleri* und *Pretneri* kommen in der Adelsberger Gegend und im Tarnowaner Walde vor.

Die Exemplare von der Adelsberger Gegend (Črna jama, legit Pretner 7/9 10! und Magdalenenschacht, legit Dr. Knirsch) erinnern durch die meist noch deutliche, schwache Ausschweifung des Seitenrandes der Flügeldecken hinter den Schulterecken und durch die ziemlich schlanken Fühler an den typ. *Milleri*; durch den Halsschildbau und die kürzeren Flügeldecken nähern sie sich ganz entschieden der Rasse *Pretneri*. Länge: 2·4—2·8 *mm*.

Die von mir und meinen Freunden am Eingang einer kleinen Höhle im Tarnowaner Walde zwischen Tarnowa und Karnizza (VI. 1911) unter Buchenlaub gesammelte Form ist von den Exemplaren aus der Adelsberger Gegend nur wenig verschieden: kleiner 2·2—2·5 *mm* lang, im allgemeinen etwas schmäler und der Seitenrand der Flügeldecken hinter den Schulterecken stets ohne deutliche Ausschweifung. Abgesehen von der geringeren Größe differieren sie vom typischen *Milleri* durch gedrungenere Fühler und etwas kürzere, hinter den Schulterecken nicht deutlich ausgeschweifte Flügeldecken; von *Pretneri* fast nur durch schlankere Fühler verschieden.

d) **A. Milleri Kraussi** m. (Zool. Anzeig. 1910, p. 185).

Vom typischen *Milleri* durch erheblich breiteren Körperbau, vor der Basis auch beim ♂ nicht deutlich erweiterten Halsschild, breitere und gewölbtere, seitlich stärker gerundete Flügeldecken und kürzere Fühler verschieden. Der Halsschild des einzigen mir vorliegenden ♂ im basalen Viertel parallelseitig, bei den ♀♀ von den Hinterecken an nach vorne in fast gleichmäßiger, sanfter Rundung verengt. Schulterecken stumpf, der Seitenrand der Flügeldecken dahinter nicht ausgeschweift. Die beiden vorletzten Fühlerglieder des ♀ etwa anderthalbmal so lang als an der Spitze breit. Länge: 2·5—2·8 *mm*.

Geographische Verbreitung. Die der Originalbeschreibung zugrunde gelegten Exemplare stammen von der Ermenz-Grotte (Trbiska—Zialka) bei Leutsch in Untersteiermark, wo sie von meinen Freunden Dr. Hermann Krauss und Dr. Karl A. Penecke im Juli 1906 entdeckt wurden. Wahrscheinlich gehört hieher auch der von Dr. Krauss[1] aus der Eriauc-Grotte bei Leutsch angegebene, mir momentan nicht vorliegende *Aphaobius*.

e) **Milleri Knirschi** nov. subsp.

Vom typ. *Milleri* durch kleineren beim ♀ vor den Hinterecken nicht gerundet erweiterten Halsschild, schmälere Halsschildbasis und in oder hinter der Mitte stärker gerundete, gegen die Basis stärker verschmälerte Flügeldecken, von *Kraussi* durch schlankeren, nach vorne stärker verengten Körperumriß,

[1] Dr. Hermann KRAUSS: Berg- und Höhlenwanderungen im oberen Sanntal. (Mitt. nat. Ver. f. Steiermark: Bericht d. entom. Sektion pro 1907, 311—314, Graz 1908.)

schärfer markierte Schulterecken und etwas längere, seitlich meist stärker gerundete, nach vorn deutlicher verschmälerte und an der Spitze weniger breit verrundete Flügeldecken sowie meist längere Fühler, von *Pretneri* durch schlankeren Körperbau, erheblich längere Fühlerglieder sowie die beim ♀ seitlich stärker gerundeten, gegen die Spitze stärker verschmälerten und an der Spitze selbst weniger breit abgerundeten Flügeldecken verschieden. Der Halsschild beim ♂ vor der Basis schwach gerundet erweitert, schwächer als beim typ. *Milleri*, die Maximalbreite etwa zu Beginn des basalen Drittels gelegen; beim ♀ sind die Halsschildseiten im basalen Drittel fast gerade, parallel oder nach vorne schwach konvergent, dann aber in sanfter Rundung gegen die Vorderecken verengt. Die Halsschildbasis etwas schmäler als die Flügeldecken an den Schultern. Länge: 2·5—2·6 *mm*.

Geographische Verbreitung. Ich beschreibe diese Rasse nach Exemplaren aus der Skadaunica-Höhle bei Franz in Untersteiermark, woher mir durch Herrn Dr. Eduard Knirsch eine kleine Serie vorliegt. Zwei ♀♀, vom Herrn Oberleutnant Pož in einer Höhle des Dobrovlje-Gebirges oberhalb Fraßlau bei Cilli gesammelt, sandte mir vor wenigen Tagen Herr Hauptmann Matzenauer in Mostar.

Nach einem einzigen ♀ zu schließen, das mir Freund Stussiner in Laibach zur Untersuchung vorlegte, scheint diese Rasse auch in der Höhle »Babja luknja« bei Görtschach vorzukommen (gesammelt am 21./II. 1912). Doch ist zur sicheren Identifizierung der Rasse ein größeres Material erforderlich.

Wahrscheinlich gehört zu dieser Rasse, dem Fundorte nach, auch die von Prof. Dr. PENECKE [1] von der Stabirnca-Grotte bei Franz unter dem Namen *Aphaobius Milleri* Schmidt angeführte Form. Mir liegen augenblicklich von dieser Höhle keine Stücke vor.

2. Aphaobius Heydeni Reitter.

Von sämtlichen Rassen der vorigen Art durch den in beiden Geschlechtern von der Basis an bis über die Mitte geradlinig oder etwas ausgeschweift verengten und erst weiter vorn, gegen die Vorderecken, gerundeten Halsschild verschieden. Länge: 3 *mm*.

Vollständige Übergänge zwischen *Aphaobius Milleri* und *Heydeni* sind mir nicht bekannt, obwohl nicht geleugnet werden kann, daß sich gewisse *Milleri*-Formen (wie *Kraussi* und namentlich die Weibchen von *Knirschi*) bezüglich der Halsschildform dem *Heydeni* nähern.

Geographische Verbreitung. Die Originalbeschreibung des *Aphaobius Heydeni* enthält nur die allgemeine Fundortsangabe »Krainer Grotten«. Als mir bekannte Fundorte kann ich, nach vorgenommener Untersuchung der betreffenden Exemplare, angeben: Ljubnik-Höhle bei Bischoflack (Paganetti 1 Exemplar!) und Brezno-Höhle bei Lach (v. Gspan in coll. Stussiner, 1./VI. 1911, 1 Exemplar!) Im Wiener Hofmuseum sah ich Stücke aus der Pičina jama in Krain; die genauere Lage derselben ist mir nicht bekannt.

Weiter dürften wohl als richtig angenommen werden die von JEANNEL [2] nach Angaben von Dr. Hermann KRAUSS angeführten Höhlen: Ledena jama und Pasica jama am Krimberg, während die nur nach SEVER zitierten Grotten erst der Bestätigung bedürfen.

Aphaobius Heydeni scheint in den meisten Höhlen — nach den jedenfalls verläßlichen KRAUSS'schen Angaben [3] wenigstens in der Ljubnik-Grotte und in jener von Brezno — zusammen mit *Milleri* vorzukommen, was für die spezifische Verschiedenheit dieser beiden Aphaobien spricht. Mir sind zusammen mit *Heydeni* gesammelte *Milleri*-Stücke leider noch nicht vorgelegen.

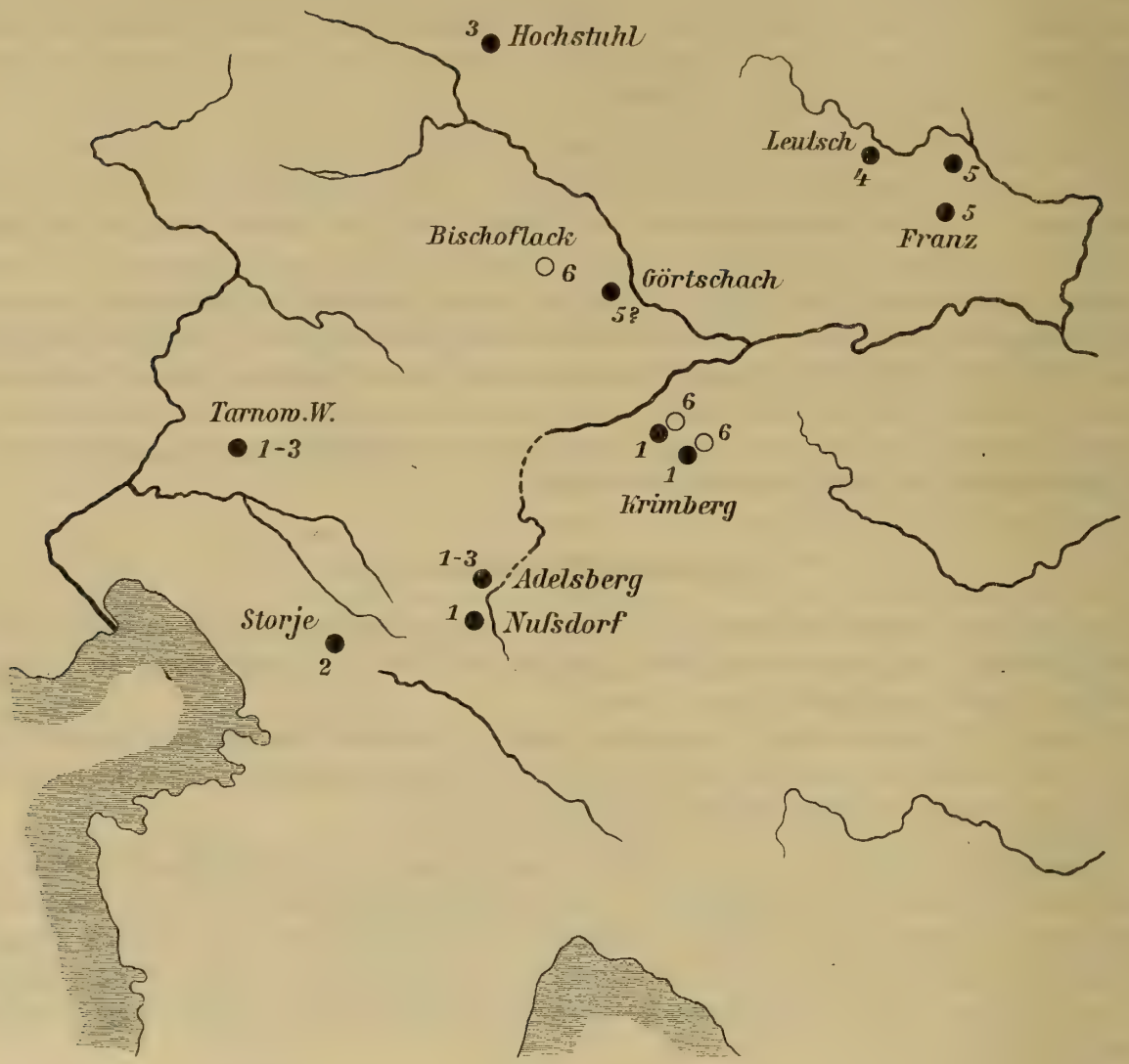
---

[1] Dr. Karl A. PENECKE: Die ersten in Steiermark aufgefundenen Höhlen-Coleopteren. (Mitt. nat. Ver. f. Steiermark: Bericht d. entom. Sektion pro 1902 bis 1903, p. LX bis LXI. Erschienen in Graz 1904.)

[2] JEANNEL: Revision des Bathysciinae, l. c., p. 435.

[3] In JEANNEL, Revision des Bathysciinae, l. c., p. 433 und 435.

Verbreitungskarte der Aphaobien.



● **Aphaobius Milleri** F. Schmidt und seine Rassen.
⊙ **Aphaobius Heydeni** Reitter.

Nr. 1. *Aphaobius Milleri Milleri* F. Schmidt.
Nr. 2. *Aphaobius Milleri Springeri* J. Müller.
Nr. 3. *Aphaobius Milleri Pretneri* J. Müller.
Nr. 4. *Aphaobius Milleri Kraussi* J. Müller.
Nr. 5. *Aphaobius Milleri Knirschi* J. Müller.
Nr. 6. *Aphaobius Heydeni* Reitter.
Nr. 1—3. Übergangsformen zwischen 1 und 3.

Katalog

der in dieser Arbeit behandelten Höhlensilphiden.

Genus **Netolitzkya** J. Müller 1913.

J. Müller, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 2.

Maneki J. Müller 1909.

Höhle bei Trevna im Schipka-Balkan (Bulgarien).

Aphaobius Maneki J. Müller, Wien, entom. Zeitg., 1909, 281.

— (?) *Maneki* Jeannel, Archiv zool. exper., 5e série, tome VII, 1911, 566.

Netolitzkya Maneki J. Müller, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 2.

Genus **Aphaobius** Abeille 1878.

Abeille de Perrin, Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse, XII, 1878, 148.

Milleri F. Schmidt 1855.

Pasica-Grotte am Mokrizberg in Krain (loc. class.!); Piuka jama bei Nußdorf in Krain.

Adelops Milleri F. Schmidt, Verh. zool. bot. Ver. Wien, V, 1855, 1.

— — L. Miller, Verh. zool. bot. Ver. Wien, V, 1855. 505.

Aphaobius Milleri Abeille de Perrin, Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse, XII, 1878, 148.

— — Reitter, Verh. nat. Ver. Brünn, XXIII, 1885, 17, und Natg. Ins. Deutschl., III, 2, 216.

— — Ganglbauer, Käf. von Mitteleur., III, 1899, 95.

— — f. typ. Jeannel, Archiv zool. exper., 5e série, tome VII, 1911, 432.

— — f. typ. J. Müller, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 4.

Subsp. **Springeri** J. Müller 1910.

Höhle »Petnjak« im Triester Karst.

Aphaobius Milleri Springeri J. Müller, Zool. Anzeiger, 1910, 185.

— — — Jeannel, Archiv. zool. exper. 5e série, tome VII, 1911, 432.

— — — J. Müller, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 5.

Subsp. **Pretneri** J. Müller 1913.

Stollen am Hochstuhl (Karawanken).

Aphaobius Milleri Pretneri J. Müller, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 5.

Subsp. **Kraussi** J. Müller 1910.

Höhlen bei Leutsch (Südsteiermark).

Aphaobius Kraussi J. Müller, Zool. Anzeiger, 1910, 185.

Aphaobius Kraussi Jeannel, Archiv zool. exper., 5e série, tome VII, 1911, 433.
— *Milleri Kraussi* J. Müller, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 6.

Subsp. **Knirschi** J. Müller 1913. — Höhlen bei Franz und Fraßlau (Südsteiermark).

Aphaobius Milleri Knirschi J. Müller, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 6.

Heydeni Reitter 1885. — Höhlen bei Bischoflack und am Krimberg (Krain).

Aphaobius Heydeni Reitter, Verh. nat. Ver. Brünn, 1885, 17.
— — Ganglbauer, Käf. von Mitteleur., III, 1899, 96.
— — Jeannel, Archiv zool. exper., 5e série, tome VII, 1911, 434.
— — J. Müller, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 7.

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER HÖHLENFAUNA DER OSTALPEN UND DER BALKANHALBINSEL

VON

PROF. DR. JOSEF MÜLLER
TRIEST

Mit einem Stammbaum und 9 Textfiguren

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 2. MAI 1913

II.

Revision der blinden Trechus-Arten.

Vorbemerkungen.

Nach dem Tode meines unvergeßlichen Freundes und Lehrers, Regierungsrates Ludwig GANGLBAUER, wurde mir die ehrenvolle Aufgabe übertragen, eine von ihm begonnene Revision der blinden Trechen der Ostalpen und ihrer Vorlagen fertigzustellen und herauszugeben. Für die Überlassung der vom Verstorbenen verfaßten Notizen sage ich der Witwe, Frau Regierungsrat Eugenie GANGLBAUER, und meinem Freunde Dr. Karl HOLDHAUS meinen herzlichsten Dank.

Das mir übergebene GANLBAUER'sche Manuskript behandelt die blinden Trechen der »Ostalpen und ihrer Vorlagen«, das sind die aus Südtirol, den Bergamasker und Venetianer Alpen, Kärnten, Südsteiermark, Krain und Istrien bekannten Arten. Es enthält außer verschiedenen Notizen über *Trechus Bilimeki, Scopolii, Fiorii, Targionii, Holdhausi, Müllerianus, globulipennis* und *hirtus* sowie einer ausführlichen Beschreibung des *Trechus capillatus,* nicht weniger als fünf verschiedene Versuche einer systematischen Gruppierung der im obgenannten Gebiet vorkommenden Arten, worin die vom Verstorbenen jeweils aufgefundenen, neuen Merkmale zur Gruppeneinteilung verwertet werden.

Von dem Grundsatze ausgehend, daß ein System desto natürlicher ausfällt, je größer das behandelte Faunengebiet ist und weil sich viele dalmatinische und bosnische Arten in die von GANGLBAUER entworfenen Klassifikationsversuche nicht einreihen ließen, erweiterte ich die GANGLBAUER'sche Arbeit, indem ich auch sämtliche blinden Trechen der Balkanhalbinsel (Kroatien, Bosnien, Herzegowina, Dalmatien, Montenegro, Griechenland, Türkei) und der Krim in den Kreis meiner Untersuchungen zog. Auf eine Revision sämtlicher europäischer Arten, namentlich jener Westeuropas, mußte ich wegen Mangels an dem nötigen Material leider verzichten.

Wenn es mir im Laufe meiner Untersuchungen gelungen ist, eine Anzahl neuer Merkmale aufzufinden und, auf eine breite Basis gestützt, den Entwurf zu einer natürlichen Gruppierung der zahlreichen blinden Trechen zu schaffen, so verdanke ich dies in erster Linie dem Entgegenkommen der Herren Josef BREIT (Wien), Dr. Ed. KNIRSCH (Wien), Otto LEONHARD (Blasewitz-Dresden), Dr. G. MESSA (Graz), H. F. NEUMANN (Graz), Dr. Karl A. PENECKE (Czernowitz), Franz TAX (Graz), Anton VALLE (Triest) und A. WINKLER (Wien), die mich sowohl durch Zusendung von wertvollen Arten als auch durch wichtige Mitteilungen und Ratschläge in liberalster Weise unterstützten. Den größten Dank schulde ich aber Herrn Dr. Karl HOLDHAUS, der mir mit gewohnter Liebenswürdigkeit das gesamte einschlägige Material des k. u. k. naturhistorischen Hofmuseums in Wien zur Untersuchung überließ.

Klassifikation.

Der erste blinde *Trechus* wurde 1842 von Ferdinand SCHMIDT in der Luegger Höhle in Krain entdeckt und 1844 von STURM (Deutschl. Ins. XV, 131) unter dem Namen *Anophthalmus Schmidti* beschrieben. Bald darauf wurden von demselben Autor mehrere andere *Anophthalmus*-Arten bekannt gemacht (*Bilimeki* 1847, *Scopolii* 1851, *Hacqueti* 1853 und *hirtus* 1853).

Die Gattung *Anophthalmus* wurde auch von SCHAUM (Natg. Ins. Deutschl. I, 1860, 658) zur Bezeichnung der damals bekannten, blinden Trechen aus Krain übernommen.

Bereits ein Jahr vor dem Erscheinen des SCHAUM'schen Werkes hatte DELAROUZÉE auf eine neue, blinde *Trechus*-Art aus dem Trou des Fades bei Hyères (*Raymondi* Del.), die Gattung *Duvalius* aufgestellt (Ann. Soc. entom. France, 1859, 65).

1861 wurde von BONVOULOIR für eine höchst aberrante neue Art aus den Pyrenäen (*Leschnaulti* Bonv.) die Gattung *Aphaenops* beschrieben (Ann. Soc. entom. France, 1861, 567).

1872 wurde der Name *Duvalius* von ABEILLE de PERRIN zur Bezeichnung einer aus weiteren südfranzösischen Arten bestehenden Gruppe verwendet (Études sur les Coleopt. cavernicoles. Marseille 1872, 9).

1891 unterschied SEIDLITZ in seiner Fauna transsylvanica (p. 15) die beiden Gattungen *Trechus* und *Aphaenops* durch die abweichende Gestalt des Halsschildes; *Anophthalmus* stelle er als Untergattung zu *Trechus* und faßte damit alle blinden Trechen (mit Ausnahme von *Aphaenops*) zusammen.

1892 zog GANGLBAUER auch *Aphaenops* als Untergattung zu *Trechus* (Käf. v. Mitteleur. I, p. 187).

1902 faßte CSIKI sämtliche ungarischen Arten unter dem Namen *Anophthalmus* zusammen und trat für die generische Trennung von *Trechus* und *Anophthalmus* ein (Allattani közlemények, I, 43—58, 91—104; Ref. in Münch. Kol. Zeitschr. II, p. 120).

1904 erschien ein für die Systematik der blinden Trechen ungemein wichtiger Aufsatz GANGLBAUER's (Münch. Kol. Zeitschr. II, 190—194). Hier wurde wieder einmal auf den halbvergessenen Namen *Duvalius* hingewiesen und derselbe zur Bezeichnung einer größeren, weitverbreiteten Untergattung vorgeschlagen. GANGLBAUER erkannte hier zuerst die Homologie des bei den echten Anophthalmen auftretenden isolierten Borstenpunktes an der Basis des siebenten Streifens mit dem ersten Punkt der Series umbilicata bei den *Duvalius*-Arten und brachte die Verschiebungen, welche dieser Punkt im Laufe der phylogenetischen Entwicklung erleidet, in Korrelation mit der fortschreitenden Abrundung der Schultern; er wies auf das Vorhandensein aller Übergänge zwischen den freilebenden mit normalen Augen versehenen Arten und den blinden cavernicolen Formen hin; er sprach die Vermutung aus, daß die zahlreichen blinden Trechen polyphyletischer Abstammung sind und teilte dieselben folgendermaßen in drei Untergattungen ein:

1. Die Flügeldecken in der dem Seitenrande genäherten Series umbilicata vorne mit vier in einer mit dem Seitenrande parallelen Reihe stehenden Punkten. Die Schultern der Flügeldecken vortretend oder in konvexer Kurve gerundet. — Hieher die Arten des Kaukasus, des Karpathengebirges, die Arten der Balkanhalbinsel mit Ausschluß der meisten Arten des ostadriatischen Litoralgebietes, *Eurydice* Schauf. und *Reitteri* Mill. vom litoralen Kroatien, *Knauthi* Ganglb. aus Südtirol und die Arten der Westalpen und des Apennin. **Duvalius** Del.

— Die Flügeldecken in der vom Seitenrande oft abgerückten Series umbilicata vorn mit drei hintereinander stehenden Punkten und innerhalb dieser Reihe mit einem weiteren, von ihr losgelösten, nach innen oder auch nach hinten gerückten Punkt. Selten ist dieser Punkt nicht oder nur wenig weiter als die übrigen vom Seitenrande entfernt, dann sind aber die Flügeldecken an den Schultern sehr stark abgerundet oder die Series umbilicata ist vom Seitenrande der Flügeldecken weiter abgerückt. 2

2. Die Fühler und Beine nicht von außergewöhnlicher Länge und schlanker Ausbildung. Der Kopf oval oder länglich oval. Die Stirnfurchen meist nach hinten und außen verlängert und die Schläfen von hinten umschreibend. Der Halsschild weniger schmal, seine Epipleuren normal umgeschlagen und nur ausnahmsweise senkrecht gestellt. — Hieher die Arten des ostadriatischen Litoralgebietes, mit Ausnahme von *Eurydice* Schauf. und *Reitteri* Mill., ferner *Hilfi* Reitt. und *Apfelbecki* Ganglb., und viele oder vielleicht alle nicht dem Alpengebiet angehörigen Arten von Südfrankreich. **Anophthalmus** Sturm.

— Die Fühler und Beine außerordentlich lang und schlank. Kopf und Halsschild stark in die Länge gezogen. Der Kopf gegen die Halseinschnürung allmählig verengt. Die Stirnfurchen nach hinten verkürzt. Der Halsschild mit senkrecht gestellten, oft sehr schmalen Epipleuren. — Hieher die Arten aus den Départements Ariège und Hautes-Pyreneés. **Aphaenops** Bonv.

1908 bestätigt JEANNEL (Biospeologica V, 273) die Unmöglichkeit *Anophthalmus* und *Trechus* scharf zu trennen, will aber *Aphaenops* als eigene Gattung erhalten wissen, die er bloß durch die Verkürzung der Stirnfurchen gut definiert zu haben glaubt.

Auf die Unhaltbarkeit der im JEANNEL'schen Sinne begrenzten Gattung *Aphaenops* wurde von mir 1909, gelegentlich der Beschreibung eines merkwürdigen blinden Trechus aus Südsteiermark (*Treulandi*) hingewiesen. Gleichzeitig hob ich hervor, daß die Einreihung dieser neuen Art im System nach dem damaligen Stand der Gruppensystematik nicht gut durchführbar ist (Wien. entom. Zeitg. 1909, 276—277).

Die letzte Literaturangabe über die subgenerische Einteilung der blinden Trechen ist in der kürzlich erschienenen Arbeit von A. WINKLER (Coleopt. Rundschau, 1912, 134) enthalten. Hier wird auf eine neue Art aus der Krim (*tauricus* Winkler) die Untergattung *Pseudaphaenops* aufgestellt und auf die Beziehungen dieser neuen Untergattung zu *Aphaenops, Anophthalmus, Duvalius* und *Trechus Treulandi* hingewiesen.

Durch die von GANGLBAUER und mir in der letzten Zeit vorgenommenen Untersuchungen sah ich mich veranlaßt, weitere sechs neue Untergattungen aufzustellen und die bekannten schärfer zu präzisieren. So werden die blinden Trechen in vorliegender Arbeit in folgende zehn Untergattungen eingeteilt:

Duvalius, Neoduvalius (nov.), *Typhlotrechus* (nov.), *Anophthalmus, Aphaenopsis* (nov.), *Aphaenopidius* (nov.), *Pseudaphaenops, Aphaenops, Neotrechus* (nov.) und *Orotrechus* (nov.). — Vergl. Anz. Akad. Wiss. Wien 1913, Sitzung vom 2. Mai.

Die bereits von GANGLBAUER (1904) ausgesprochene polyphyletische Abstammung der blinden Trechen tritt dadurch immer deutlicher hervor.

Ob die Zahl der Untergattungen noch einer weiteren Vermehrung bedarf, wird vor allem von einer eingehenden vergleichenden Untersuchung der westeuropäischen und amerikanischen Arten abhängen.

Die wichtigsten morphologischen Merkmale und ihr mutmaßlicher Wert für die Stammesgeschichte der blinden Trechen.

Die Abstammung der blinden Trechen von mit Augen versehenen Formen als selbstverständlich vorausgesetzt, kann man wohl annehmen, daß nicht alle blinden Formen von einer bestimmten *Trechus*-Art oder Gruppe abzuleiten sind, sondern daß die in verschiedenen Gegenden lebenden, zahllosen Anophthalmen von verschiedenen mit Augen begabten Vorfahren — also polyphyletisch — durch Anpassung an das unterirdische Leben entstanden sind. Denn es ist nicht gut denkbar, daß eine einzige seinerzeit entstandene Urform nach erfolgtem Augenverlust und anderen mehr oder weniger weitgehenden Anpassungen an das unterirdische Leben ihr eigenartiges Milieu hätte verlassen können, um andere, oft weit entlegene Höhlengebiete zu bevölkern. Wir sind vielmehr gezwungen, uns vorzustellen, daß seinerzeit in jedem Karstgebiet verschiedene *Trechus*-Arten sich an das unterirdische Leben angepaßt und, je nach Umständen, mehr oder weniger stark verändert haben.

Daß dabei gewisse durch Anpassung an ähnliche Lebensbedingungen entstandene Merkmale bei den blinden Trechen verschiedener Gegenden wiederkehren, ist keineswegs auf nähere natürliche Verwandtschaft, sondern auf Konvergenz zurückzuführen.

Solche direkt oder indirekt durch Anpassung an das unterirdische Leben entstandene, also **sekundär erworbene Merkmale** sind meines Erachtens:

1. Die Körpergröße. Arten von geringerer Größe sind, weil diesbezüglich den mit Augen versehenen Trechen am nächsten stehend, im allgemeinen als primitivere Formen zu betrachten. Tatsächlich sind auch die größten Arten unter den höher differenzierten Untergattungen *Neoduvalius, Aphaenopidius, Aphaenops* und *Neotrechus* zu suchen, während die kleinsten bisher bekannten blinden *Trechus*-Arten der auf der niedrigsten Entwicklungsstufe stehenden Untergattung *Duvalius* angehören.

2. Grad der Augenreduktion. Hierin lassen sich innerhalb der großen Gattung *Trechus* alle erdenklichen Übergänge von den mit vollkommen entwickelten Augen versehenen Arten zu den ganz augenlosen Formen erkennen.[1] Die mit deutlicheren, oft schwach pigmentierten Augenrudimenten versehenen Arten sind natürlich als ursprüngliche, die mit vollkommen geschwundenen Augen als abgeleitete Formen zu betrachten.

3. Die mit der Augenreduktion Hand in Hand gehende Verlängerung der Beine und Fühler. Formen mit kürzeren Beinen und Fühlern lehnen sich an die echten Trechen an und sind daher als phylogenetisch tiefer stehend zu betrachten. Die mit abnorm langen Beinen und Fühlern versehenen Formen, so namentlich die pyrenäischen *Aphaenops*-Arten, stehen auch durch ihre sonstigen Merkmale auf der höchsten Differenzierungsstufe der großen Gattung *Trechus*.

4. Veränderungen der Kopf- und Halsschildform. Während bei den mit Augen versehenen Trechen der Kopf und Halsschild relativ kurz sind, verlängern sich diese Körperteile bei fortschreitender Anpassung an das Höhlenleben.

Hand in Hand mit dieser Verlängerung des Vorderkörpers findet oft eine Vergrößerung des Kopfes auf Kosten des Halsschildes statt, so daß die extremen Formen (*Aphaenopsis, Aphaenopidius,*

[1] Es ist daher direkt unsinnig, wenn CSIKI auf Grund der Augenreduktion die blinden Trechen unter dem Namen *Anophthalmus* als eigene Gattung von *Trechus* abtrennen will (Allattani közlemények, I, 1902).

Pseudaphaenops und *Aphaenops*) einen abnorm großen Kopf, der die Halsschildbreite deutlich übertrifft, besitzen.

Auf die ganz analogen Veränderungen bei den Höhlensilphiden und ihre Bedeutung für das unterirdische Leben habe ich vor längerer Zeit hingewiesen.[1]

5. Randung der Halsschildseiten und Stellung der Epipleuren. Die Streckung des Halsschildes hat eine seitliche Abplattung des Prothorax zur Folge, wodurch die Pleuralteile der Vorderbrust aus der ursprünglichen schrägen Lagerung nach unten und innen allmählich in die senkrechte Stellung gelangen. Hand in Hand damit erfährt die aufgebogene Seitenrandleiste des Halsschildes eine fortschreitende Reduktion, bis sie bei den Formen mit senkrechten Halsschildepipleuren (*Pseudaphaenops* und *Aphaenops*) fast gänzlich obliteriert und nur noch durch eine feine Randlinie abgesetzt erscheint.

6. Verkürzung der Stirnfurchen. Die echten Trechen besitzen vollständige, hinten um die Schläfen nach außen und unten gebogene Stirnfurchen. Mit der fortschreitenden Anpassung an das Höhlenleben, namentlich mit der Vergrößerung des Kopfes, obliteriert oft der apikale Teil der Stirnfurchen, so daß die Schläfen ohne scharfe Grenzlinie in die Halspartie übergehen.

Diese Verkürzung der Stirnfurchen tritt als Rassenmerkmal bei einigen Formen des *Trechus hirtus* auf; als Gruppenmerkmal bei *Neoduvalius* und den extrem angepaßten Untergattungen *Aphaenopsis, Aphaenopidius, Pseudaphaenops* und *Aphaenops*.

7. Behaarung des Körpers. Nachdem die Vertreter der mit Augen versehenen Untergattung *Trechus* s. str. einen kahlen Chitinpanzer besitzen, müssen wir die bei vielen blinden *Trechen* auftretende Pubeszenz als ein sekundäres, durch Anpassung an gewisse Lebensbedingungen der unterirdischen Fauna bedingtes Merkmal betrachten.

Die Pubeszenz der Körperbekleidung tritt uns bei den blinden Trechen in allen erdenklichen Abstufungen der Ausbildung entgegen und ist vielfach, weil nur äußerst fein und daher nur bei starken Vergrößerungen wahrnehmbar, übersehen worden.

Vollkommen kahl sind vor allem viele Vertreter der Untergattung *Duvalius*, ferner *Neoduvalius*, *Typhlotrechus* und *Neotrechus*, lauter Gruppen, welche relativ wenig differenzierte Arten umfassen. Aber schon innerhalb der Untergattung *Duvalius* treten pubeszente Arten auf. Die feine, oft nur mit dem Mikroskop sichtbare Behaarung ist bei einigen Arten bloß auf die Schläfen beschränkt (*Duvalius Oertzeni*, *Knauthi* u. a.), bei anderen ist die ganze Oberseite pubeszent (*Duv. balcanicus* und viele ungarische *Duvalius*-Arten). Eine Mittelstellung nimmt *Duv. pilifer* ein, der am Vorderkörper kahl, auf den Flügeldecken deutlich abstehend behaart ist. Auch manche ungarische Duvalien sind auf den Flügeldecken deutlich behaart, während am Vorderkörper nur bei starker Vergrößerung kleine, spärliche Härchen zu sehen sind.

Ähnliche Verhältnisse zeigen die Vertreter der Untergattung *Anophthalmus* s. str. Die primitiven Formen dieser Gruppe (*Scopolii*-Verwandte) haben nur mikroskopisch sichtbare Härchen; höher entwickelte Formen, wie *Mariae*, sind bloß auf den Flügeldecken deutlich pubeszent; die höchst entwickelten Arten (*hirtus* und *pubens*) besitzen auf der ganzen Körperoberfläche ziemlich lange, schon bei mäßiger Lupenvergrößerung sichtbare Härchen.

Ebenfalls abstehend pubeszent ist die hoch differenzierte Untergattung *Pseudaphaenops* aus der Krim. Andere gleichfalls hoch entwickelte Formen, wie *Aphaenopidius* und *Aphaenopsis*, zeigen jedoch keine deutliche Pubeszenz oder sind nur auf der Unterseite behaart.

Man ersieht daraus, daß nicht bei allen blinden Trechen, wie in der Untergattung *Anophthalmus* s. str., die Ausbildung der Behaarung mit der morphologischen Differenzierung der übrigen Merkmale gleichen

---

[1] J. Müller: Beitrag zur Kenntnis der Höhlensilphiden. (Verhandl. zool. bot. Ges. Wien, 1911, p. 20—22).

Schritt hält, eine Erscheinung, die uns übrigens auch bei einem Vergleich der übrigen Merkmale untereinander immer wieder entgegentritt.

8. Supraorbitalborsten. Außer der ebenbesprochenen, nicht bei allen Arten vorhandenen feinen Pubeszenz einzelner oder aller Körperteile treten bei den blinden Trechen mit großer Konstanz an ganz bestimmten Stellen längere, steifere Borsten auf, die sich teilweise schon bei den mit Augen versehenen Trechen vorfinden und aus eigenen, scharf markierten »Borstenpunkten« entspringen.

So befinden sich jederseits am Kopfe zwei bis drei »Supraorbitalborsten«, so genannt, weil sie bei den mit Augen versehenen Formen oberhalb, beziehungsweise innerhalb der frontalen Augenbegrenzung gelegen sind. Ihre ursprüngliche Zahl ist jedenfalls zwei; das Hinzutreten einer dritten Supraorbitalborste (bei *Aphaenopidius* und *Aphaenops*) ist sicherlich als eine sekundäre Neuerwerbung zu betrachten.

9. Marginalborsten des Halsschildes. Wie bei den meisten Carabiden befindet sich auch bei den meisten blinden Trechen am Seitenrand des Halsschildes je eine vordere und hintere Marginalborste. Jene ist in der distalen Hälfte, meist an der Stelle der stärksten Krümmung, diese in oder etwas vor den Hinterecken des Halsschildes gelegen.

Eine Vermehrung der Zahl der Marginalborsten habe ich nur bei gewissen *hirtus*-Exemplaren als individuelles Merkmal beobachtet. Es handelt sich in diesen Fällen um eine sekundäre Verdoppelung der vorderen Marginalborsten, die oft nur einseitig ausgebildet ist.

(Die bei gewissen blinden Trechen beobachtete Reduktion der hinteren Marginalseta des Halsschildes scheint nicht vom Grad der Anpassung an das unterirdische Leben abzuhängen und soll daher weiter unten bei den ursprünglichen Merkmalen besprochen werden.)

10. Vermehrung der Dorsalborsten der Flügeldecken. Bei den mit Augen versehenen Trechen und bei vielen blinden Formen sind im Verlaufe des dritten Flügeldeckenstreifens drei grübchenartige Punkte vorhanden, aus denen die »Dorsalborsten« der Flügeldecken entspringen. Diese Zahl muß daher als die ursprüngliche betrachtet werden. Eine Vermehrung derselben auf vier bis fünf ist als ein sekundär erworbenes Merkmal aufzufassen, ebenso das Auftreten von Borstenpunkten auf anderen Streifen und Zwischenräumen der Flügeldecken (*Duvalius Winneguthi*).

11. Verschiebung des vordersten Punktes der Series umbilicata. Innerhalb des Seitenrandes der Flügeldecken, im Verlaufe des achten Streifens, befindet sich eine Reihe ungleich starker, borstentragender Punkte, welche bei den Carabiden als »Series umbilicata« bekannt ist. Die vier vorderen Punkte dieser Reihe bilden bei den Trechen eine enger zusammengehörige Gruppe, die wir im folgenden allein besprechen wollen.

Bei allen mit Augen versehenen und vielen blinden Trechen (namentlich *Duvalius*-Arten) bilden die vier vorderen Punkte der Series umbilicata eine mit dem Seitenrande der Flügeldecken vollkommen parallele Reihe (normales, ursprüngliches Verhalten). Bei nicht wenigen blinden Arten rückt aber der erste Punkt der Series umbilicata weiter nach innen und hinten, so daß er vom Seitenrande der Flügeldecken weiter entfernt ist als der zweite. Meist verschieben sich dabei auch der dritte und vierte Punkt nach innen, so daß die Punkte 2, 3 und 4 eine mit dem Seitenrand der Flügeldecken nach hinten mehr oder weniger divergierende Reihe bilden. Die größte Verschiebung erleidet aber dabei immer der vorderste Punkt, der so weit nach innen und hinten rücken kann, daß seine Zugehörigkeit zur Series umbilicata nicht mehr ohne weiteres zu ersehen ist.

Trotz dieser weitgehenden sekundären Lageveränderung der vorderen Punkte der Series umbilicata, die erst vor wenigen Jahren von GANGLBAUER richtig erfaßt und gedeutet wurde,[1] eignet sich dieses Merkmal nicht gut als oberstes Kriterium zur Einteilung der blinden Trechen, wie eben von

[1] L. GANGLBAUER: Nova aus Judicarien. (Münch. Koleopt. Zeitschr. II, 1904, 186—200). Vergl. speziell p. 190—194.

GANGLBAUER[1] damals versucht wurde. Denn erstens sind in bezug auf den Grad der Verschiebung der genannten Punkte alle erdenklichen Übergänge von der ursprünglichen normalen Lagerung zu der sekundär erworbenen vorhanden und zweitens hat sich meines Erachtens dieser Verschiebungsprozeß innerhalb der einzelnen natürlichen Artengruppen (Untergattungen) vollkommen unabhängig vollzogen, so zwar, daß er nicht überall denselben Grad der Ausbildung erlangt hat.

Am schwierigsten wäre es danach die Vertreter der Untergattung *Neotrechus* einzureihen, da bei denselben der erste Punkt der Series umbilicata eben erst im Begriffe ist, sich aus der ursprünglichen Lage zu entfernen.

Eine schöne Entwicklungsreihe, bei der sich die eben angedeutete Lageverschiebung der vorderen Punkte der Series umbilicata schrittweise verfolgen läßt, bilden die Arten der Untergattung *Anophthalmus* s. str., vom *Scopolii bohiniensis* bis zum *hirtus*.

Die größte Verschiebung erleidet der erste Punkt der Series umbilicata bei den pyrenäischen *Aphaenops*-Arten, wo er bisweilen vom Seitenrande fast ebenso weit entfernt ist als von der Naht.

12. Reduktion der Schultern und Verlängerung der Flügeldeckenbasis. Einige oberirdische *Trechus*-Arten besitzen noch funktionsfähige Flügel und im Zusammenhange damit deutlich entwickelte Schulterhöcker. Da jedoch viele terricole und alle cavernicolen Trechen infolge ihrer eigenartigen Lebensweise der Flügel entbehren, sind bei ihnen auch die Schultern mehr oder weniger reduziert, das heißt flacher und breiter verrundet.

Bei den blinden Trechen kommt aber noch ein Faktor hinzu, der auf die Gestaltung der Schultern einen Einfluß hat. Die Streckung, die der Kopf und Halsschild erfahren (siehe oben bei Nr. 4), bleiben nicht ohne Einfluß auf den Hinterkörper und speziell auf den vordersten Teil desselben, die Mittelbrust. Ähnlich wie bei den Höhlensilphiden (*Antroherpon*) verschmälert sich auch hier die Mittelbrust halsartig nach vorne, offenbar um dem Vorderkörper eine größere Beweglichkeit zu verleihen. Während jedoch bei den Höhlensilphiden die Flügeldecken an dieser Verlängerung nicht teilnehmen, werden sie bei den blinden Trechen in gleichem Maße als die Mittelbrust nach vorne gestreckt, so daß dadurch der basale Schulterrand immer stärker abgeschrägt, ja sogar ausgebuchtet erscheint.

Als Folgeerscheinung der Abrundung der Schultern beziehungsweise der stärkeren Basalverengung der Flügeldecken hat GANGLBAUER[1] die Einwärtsverlagerung des vordersten Punktes der Series umbilicata angesehen. Daß jedoch dies nicht immer zutrifft, beweist *Aphaenopidius Treulandi* und *Pseudaphaenops tauricus*, wo trotz der starken Abschrägung der Schultern der erste Punkt der Series umbilicata nicht oder nur wenig weiter nach innen verschoben erscheint als die folgenden.

13. Reduktion der Flügeldeckenstreifung. Die bereits bei vielen terricolen Trechen zu beobachtende Reduktion der Flügeldeckenstreifung müssen wir auch bei den cavernicolen Arten zu den sekundären Merkmalen rechnen. Primär sind bekanntlich bei den Trechen acht Flügeldeckenstreifen vorhanden.

Diese ursprüngliche Streifenzahl kommt speziell bei einigen *Duvalius*-Arten (*Krüperi, pilifer* u. a.) vor. Eine mehr oder weniger weitgehende Reduktion der äußeren Streifen tritt uns schon bei vielen *Duvalius*-Arten entgegen und kommt bei allen anderen Gruppen vor; den höchsten Grad der Reduktion zeigen einige *Aphaenops*-Arten, wo auch die inneren Streifen nur äußerst schwach zu erkennen sind.

Außer den bisher besprochenen, sekundär erworbenen Merkmalen gibt es auch solche, die sich keinesfalls als verschiedene Anpassungsstufen an das unterirdische Leben deuten lassen, da sie innerhalb gewisser Entwicklungsreihen sowohl bei den niedrig stehenden als auch bei den hoch differenzierten Formen unverändert auftreten, wogegen sie in anderen natürlichen Artengruppen eine gänzlich verschiedene

[1] L. GANGLBAUER: Nova aus Judicarien. (Münch. Koleopt. Zeitschr. II, 1904, 186—200). Vergl. speziell p. 190—194.

Ausbildung zeigen. Wir müssen daher diese Merkmale als **ursprüngliche, bereits bei den Vorfahren der betreffenden Artengruppen fixierte Charaktere** auffassen.

Solche ursprüngliche »Stammesmerkmale« der blinden Trechen sind:

1. Die Zahl der beim ♂ erweiterten Vordertarsenglieder. Danach zerfallen die blinden Trechen in zwei scharf begrenzte Gruppen. Bei der einen, welche die Untergattungen *Duvalius, Neoduvalius, Typhlotrechus, Anophthalmus, Aphaenopsis, Aphaenopidius, Pseudaphaenops* und *Aphaenops* umfaßt, sind an den männlichen Vordertarsen die zwei ersten Glieder erweitert und am inneren Apicalwinkel zahnförmig vortretend. Bei der anderen Gruppe, mit den Untergattungen *Neotrechus* und *Orotrechus*, ist bloß das erste Glied der männlichen Vordertarsen erweitert und am inneren Apicalwinkel zahnförmig ausgezogen, das zweite durchaus einfach.

Die einzige sekundäre Veränderung, welche diese ursprünglichen Merkmale mit der zunehmenden Anpassung an das Höhlenleben erfahren, besteht in einer allmählichen Streckung der erweiterten Tarsalglieder, welche nur eine Folgeerscheinung der allgemeinen Streckung ist, welche fast sämtliche Körperteile erleiden. Nachdem sich aber diese Veränderung vollkommen gleichmäßig an allen Tarsalgliedern vollzieht, erfährt dadurch die Zahl der erweiterten Glieder keine Veränderung. Selbst bei den höchst differenzierten Formen, den pyrenäischen *Aphaenops*-Arten, bei denen die Tarsalglieder ebenso wie alle anderen Körperteile eine außerordentliche Verlängerung erfahren haben, ist die ursprüngliche Zweizahl der beim ♂ erweiterten Vordertarsenglieder noch deutlich zu erkennen.

Die mit zwei erweiterten Tarsalgliedern versehenen blinden Trechen der ersten Gruppe (*Duvalius* bis *Aphaenops*) lehnen sich diesbezüglich unmittelbar an die mit Augen versehenen Trechen an. Die blinden Trechen der zweiten Gruppe (*Neotrechus* und *Orotrechus*), bei denen bloß das erste Tarsalglied erweitert st, scheinen unter den jetzt lebenden, mit Augen versehenen Arten keine Vertreter zu haben.

2. Die Ausbildung der hinteren Marginalborsten des Halsschildes. Unabhängig von der Anpassung an das Höhlenleben und daher bereits primär fixiert, scheint auch der Ausbildungsgrad der hinteren Marginalseta des Halsschildes zu sein. Ebenso wie die Zahl der beim Männchen erweiterten Vordertarsenglieder ist auch dieses Merkmal in gewissen natürlichen Artengruppen (Untergattungen) konstant.

Eine normal ausgebildete hintere Marginalseta des Halsschildes besitzen die Untergattungen *Duvalius, Neoduvalius, Aphaenopidius, Aphaenops, Neotrechus* und *Anophthalmus.*[1] Durch eine weitgehende Reduktion der hinteren Marginalseta ist die Untergattung *Orotrechus* charakterisiert; durch konstantes Fehlen derselben die Untergattungen *Typhlotrechus* und *Aphaenopsis.*

Die in meiner Einteilung der blinden Trechen (p. 12—13[22—23]) herangezogenen Merkmale sind teils ursprüngliche Stammesmerkmale, teils durch Adaptation an das Höhlenleben sekundär entstandene Anpassungscharaktere. Wo es anging, habe ich natürlich in erster Linie die ursprünglichen Merkmale zur Abgrenzung der Untergattungen herangezogen, so vor Allem als oberstes Einteilungsprinzip die verschiedene Beschaffenheit der männlichen Vordertarsen, fernerhin den Ausbildungsgrad der hinteren Marginalseta des Halsschildes. Andere Untergattungen mußten jedoch durch sekundäre Anpassungscharaktere definiert werden.

Die Anwendung der sekundären Merkmale erwies sich vor allem dort als notwendig, wo dieselben innerhalb gewisser natürlicher Artengruppen eine verschiedene Ausbildungstendenz zeigen, so daß sich die betreffenden Artengruppen nicht voneinander ableiten lassen.

---

[1] Nur bei einer *Anophthalmus*-Art (*pubens* Bed.) scheinen beide Marginalborsten des Halsschildes zu fehlen, was vielleicht als eine sekundäre Reduktion zu deuten ist.

Als Beispiel hiefür mögen die Untergattungen *Anophthalmus* s. str. und *Aphaenopidius* angeführt werden. Letztere erweist sich in bezug auf die Ausbildung gewisser Merkmale (Verkürzung der Stirnfurchen, Größe des Kopfes, Zahl der Supraorbitalborsten, Länge der Beine und Fühler etc.) als höher entwickelt als die *Anophthalmus*-Arten. Da jedoch der erste Punkt der Series umbilicata bei *Anophthalmus* die Tendenz zeigt, sich nach innen zu verschieben, bei *Aphaenopidius* hingegen in der ursprünglichen Stellung verbleibt, kann man den letzteren unmöglich als ein hoch differenziertes Glied der *Anophthalmus*-Serie auffassen und wird ihn daher am besten als eine eigene Untergattung betrachten.

Wenn wir das von mir nach diesen Gesichtspunkten entworfene System der blinden Trechen mit der geographischen Verbreitung der einzelnen Untergattungen vergleichen, so müssen wir von folgenden allgemeinen Gesichtspunkten ausgehen:

a) Je niedriger die Entwicklungsstufe einer Tiergruppe ist, desto größer ist gewöhnlich ihre geographische Verbreitung.

b) Hoch spezialisierte, extrem und einseitig angepaßte Gruppen sind im allgemeinen auf kleinere Faunenbezirke beschränkt.

Diesen Anforderungen der Tiergeographie entsprechen nun in der Tat die von mir angenommenen Untergattungen. Das größte Verbreitungsgebiet hat nämlich die Untergattung *Duvalius*, die sich am wenigsten von den mit Augen versehenen Trechen entfernt. Das Verbreitungsgebiet der *Duvalius*-Arten reicht von Südfrankreich über Norditalien, den Apennin und die Insel Sizilien bis nach Nordafrika[1], andrerseits über die Ostalpen, den Karst, einen Teil der Karpathen und der Balkanhalbinsel bis in den Kaukasus.

Die übrigen Untergattungen sind durchwegs auf kleinere Gebiete beschränkt, wie nachfolgende Zusammenstellung zeigt:

Neoduvalius: Kroatisches Litorale (Lika-Krbava) und Nordwest-Bosnien.

Typhlotrechus: Karstgebiet von Krain, dem Küstenlande, Kroatien und Nord-Dalmatien, südlich bis zur Zermanja.

Anophthalmus: Südsteiermark (Sanntaleralpen), Kärnten (Karawanken und Dobratsch), Krain, Küstenland und der nördliche Teil von Kroatien.

Aphaenopsis: Bjelašnica planina im bosnisch-herzegowinischen Grenzgebiet.

Aphaenopidius: Südsteiermark (Sanntaleralpen).

Pseudaphaenops: Krim.

Aphaenops: Pyrenäen.

Neotrechus: Zentral- und süddalmatinische Gebirge, Montenegro, bosnisch-herzegowinisch-montenegrinisches Grenzgebiet. Eine Art auch im Velebit.

Orotrechus: Venezianer Alpen und Colli Berici, Südtirol, Triester Karst und Krain.

Auf Grund obiger Erwägungen über den Wert der einzelnen Merkmale und die geographische Verbreitung der einzelnen Untergattungen stelle ich mir die Phylogenie der blinden Trechen etwa folgendermaßen vor:

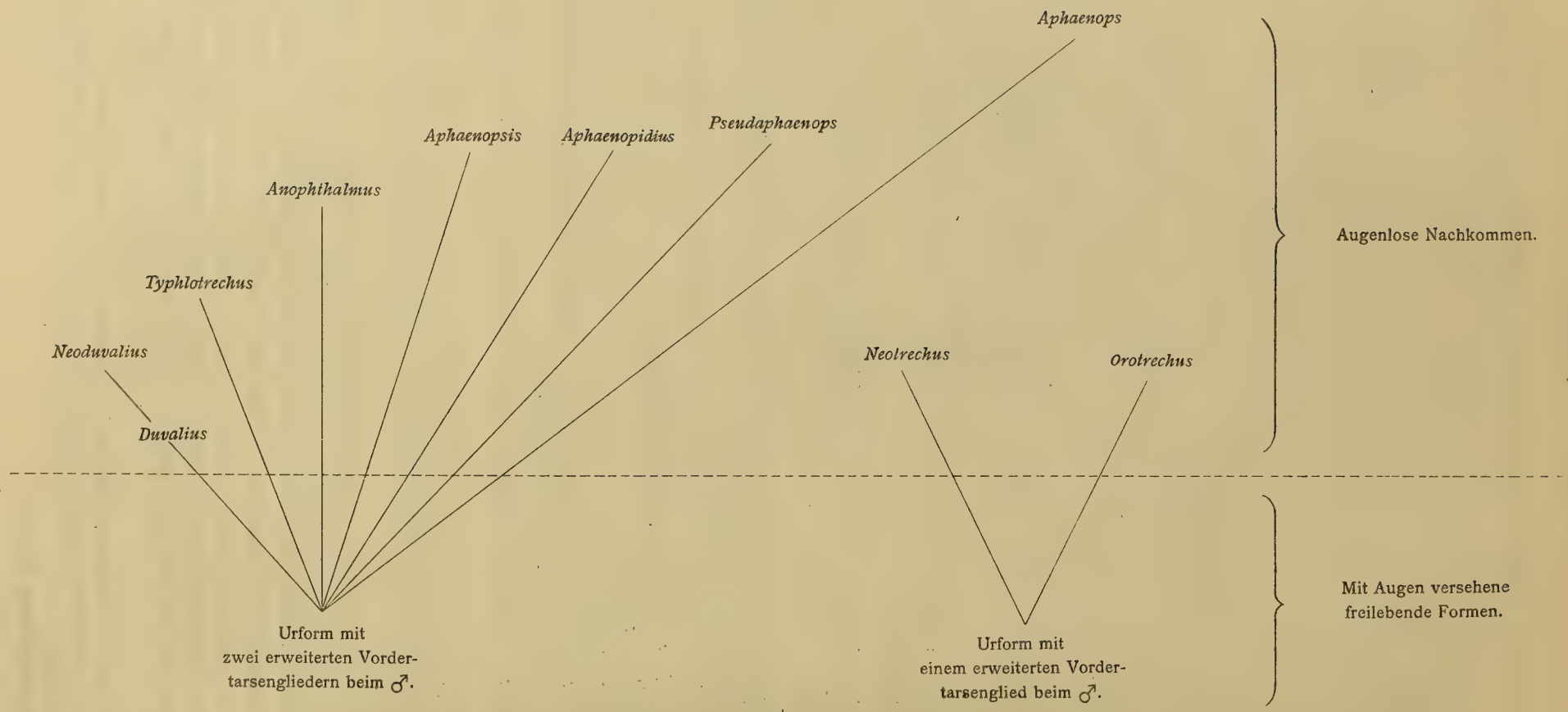
Wir haben es vor Allem mit zwei ursprünglich getrennten Entwicklungsgruppen zu tun, deren eine (mit zwei erweiterten Gliedern an den männlichen Vordertarsen) von verschiedenen Vertretern der eigentlichen, mit Augen versehenen Trechen abzuleiten ist, während die andere (mit einem einzigen erweiterten Tarsalglied) unter den jetzt frei lebenden Trechen keine Vertreter zu haben scheint.

Die an verschiedenen Orten heterophyletisch zunächst entstandenen, am wenigsten modifizierten Abkömmlinge der ersten Gruppe sind unsere zahlreichen, weit verbreiteten *Duvalius*-Arten. Als ein einseitig höher entwickelter, kleiner Zweig der *Duvalius*-Gruppe ist die Untergattung *Neoduvalius* aufzufassen.

---

[1] In diesem Erdteil erst in neuester Zeit durch die Entdeckung des *Duvalius Jurjurae* Peyerimh. im Djurdjura-Gebirge (Kabylie, Nordafrika) nachgewiesen. Zeigt Beziehungen zur Gruppe des *Trechus fulvus* Dej. (Vergl. PEYERIMHOFF, Bull. Soc. entom. France, 1910, 149.)

Phylogenie der blinden Trechen.



Die übrigen Untergattungen der ersten Gruppe sind unabhängig voneinander entstandene, meist hoch über das *Duvalius*-Stadium hinaus differenzierte Entwicklungsreihen, von denen oft nur die Endglieder bekannt sind. Eine Ausnahme bildet die Untergattung *Anophthalmus* s. str., bei der sich neben hoch entwickelten Formen (wie *hirtus* und *pubens*) auch sehr niedrig stehende, terricole Formen (*bohiniensis*, *Weberi* usw.) erhalten haben.

Die Arten der zweiten Gruppe (mit einem erweiterten Tarsalglied beim ♂) zerfallen in zwei sehr frühzeitig divergierende, vielleicht von vorneherein getrennte Serien: Die eine, *Neotrechus*, hat ihr Entwicklungszentrum im südillyrischen Karstgebiet, die andere, *Orotrechus*, am Südfuß der Ostalpen und ihrer Vorlagen.

Beiliegendes Entwicklungsschema (p. 10 [20]) möge diese Verhältnisse besser veranschaulichen.

Diagnosen neuer Trechus-Formen.

Verfaßt vom Regierungsrat L. GANGLBAUER.[1]

1. **Trechus (Anophthalmus) Bilimeki** subsp. nov. **Hauckei** Ganglb.

Von der Größe des typischen *Bilimeki* Sturm. Der Halsschild wie bei subsp. *tergestinus* J. Müll. mit stumpfen oder etwas abgerundeten Hinterecken, jedoch die Flügeldecken ihre Maximalbreite weiter hinten erreichend, gegen die Spitze weniger verengt und die Schultern im Allgemeinen weniger stark abgeschrägt als bei *tergestinus*.

Länge: 7 bis 8 *mm*.

In der Höhle von Luegg und in der Graf Falkenhayn-Höhle bei Laze von Herrn Oberförster A. HAUCKE, in der Kreuzberg-Höhle bei Laas von Herrn Dr. E. KNIRSCH gesammelt.

2. **Trechus (Anophthalmus) hirtus** subsp. nov. **Micklitzi** Ganglb.

Durch relativ kleinen Körper mit dem typischen *hirtus* Sturm übereinstimmend, jedoch von diesem durch vorne stärker gerundeten Halsschild, breiteren Kopf, stärker gerundete Schläfen, vor allem aber durch die an der Spitze tief stumpfwinkelig ausgeschnittene und dadurch deutlich zweispitzige Ligula des Penis differierend.

Länge: 6 *mm*.

In der Grotte bei Radmannsdorf in Oberkrain von MICKLITZ und Franz TAX gesammelt.

3. **Trechus (Anophthalmus) hirtus** subsp. nov. **Aidovskanus** Ganglb.

Von der Größe des typischen *hirtus* und der subsp. *Micklitzi*, jedoch die Stirnfurchen nach hinten undeutlich. Von *Micklitzi* außerdem durch etwas längeren, nach hinten stärker verengten Halsschild verschieden. Die Ligula des Penis an der Spitze abgestutzt und sehr seicht ausgerandet.

Länge: 6 *mm*.

Ein einziges Exemplar wurde von Herrn Dr. Fritz NETOLITZKY in der Höhle bei Bründl nächst Gurkfeld in Unterkrain aufgefunden. In derselben Höhle kommt die *Bathyscia Freyeri Netolitzkyi* J. Müll. vor.

---

[1] Um meinem verstorbenen Freunde die volle Priorität über die von ihm beschriebenen neuen Formen zu wahren, soll gleich an dieser Stelle der Wortlaut seiner Diagnosen zum Abdruck gelangen. Als Autor dieser Formen ist daher GANGLBAUER zu zitieren.

4. **Trechus (Anophthalmus) hirtus** subsp. nov. **istrianus** Ganglb.

Ebenfalls von der Größe des typischen *hirtus*, jedoch der Kopf breiter, die Schläfen stärker backenartig erweitert, der Halsschild etwas kürzer und breiter, die Flügeldecken breiter, gewölbter und seitlich stärker gerundet. Die verjüngte Apicalpartie des Penis länger ausgezogen, die Ligula kurz, breit abgerundet.

Länge: 5·5 bis 6 *mm.*

In der Dimnice-Grotte bei Markovšina in Istrien von Dr. Josef MÜLLER und Hans v. KREKICH-STRASSOLDO entdeckt.[1]

Übersicht der Untergattungen.[2]

1. An den Vordertarsen des ♂ auch das zweite Glied mehr oder weniger erweitert und am inneren Apicalwinkel zahnförmig vortretend. Selten sind die Vordertarsen bei beiden Geschlechtern fast gleichartig ausgebildet, dann (Subgen. *Aphaenops*) sind aber Körper, Fühler und Beine außerordentlich lang und die Epipleuren des Halsschildes senkrecht gestellt 2

— An den Vordertarsen des ♂ nur das erste Glied erweitert und am inneren Apicalwinkel zahnartig vortretend 9

2. Die hintere Marginalseta des Halsschildes normal ausgebildet (nur bei einer, deutlich behaarten Art scheint sie zu fehlen) 3

— Die hintere Marginalseta des Halsschildes fehlend. Oberseite des Körpers glänzend und kahl . . 8

3. Halsschild weniger schlank, mehr oder weniger herzförmig, mit deutlich aufgebogenem Seitenrand und schräg nach unten und innen gerichteten, von oben nicht sichtbaren Epipleuren 4

— Halschild schlank, länglich, ohne deutlich aufgebogenen, nur durch eine feine Randlinie abgesetzten Seitenrand und senkrecht gestellten, auch von oben sichtbaren Epipleuren. Beine und Fühler außerordentlich lang und schlank 7

4. Kopf mit zwei Supraorbitalborsten 5

— Kopf auffallend groß, mit drei Supraorbitalborsten und abgekürzten Stirnfurchen. *Aphaenops*-artiger Habitus . . . . . 6. **Aphaenopidius** J. Müll.

5. Der erste Punkt der Series umbilicata vom Seitenrande der Flügeldecken nicht weiter entfernt als der zweite 6

— Der erste Punkt der Series umbilicata nach innen gerückt, vom Seitenrande weiter entfernt als der zweite, bei den extremen Formen innerhalb und hinter dem zweiten gelegen.
4. **Anophthalmus** Sturm.

6. Stirnfurchen vollständig . . . . . 1. **Duvalius** Delar.

— Stirnfurchen hinten verkürzt . . . . . 2. **Neoduvalius** J. Müll.

7. Der erste Punkt der Series umbilicata vom Seitenrande der Flügeldecken nicht abgerückt. Körper dicht abstehend behaart . . . . . 7. **Pseudaphaenops** Winkl.

— Der erste Punkt der Series umbilicata weit nach innen gerückt . . . . . 8. **Aphaenops** Bonv.

---

[1] Eine fünfte von GANGLBAUER in litteris beschriebene Form (*hirtus Stilleri* aus der Höhle von Lokve in Kroatien) wurde kurz nach dessen Tode von CSIKI (Ann. Mus. Nat. Hung.) unter dem Namen *hirtus Kerteszi* Csiki veröffentlicht, obwohl Herr CSIKI aus der Literatur hätte ersehen können, daß sich GANGLBAUER die Beschreibung derselben unter einem anderen Namen vorbehalten hat (vgl. Deutsche entom. Zeitschr. 1911, 472).

[2] Über die während des Druckes beschriebene Untergattung **Scotoplanetes** Absolon vergleiche den Anhang, p. 87 [97].

8. Stirnfurchen vollständig. Kopf schmäler als der Halsschild. Unterseite nicht pubeszent.
3. **Typhlotrechus** J. Müll.

— Stirnfurchen hinten abgekürzt. Kopf breiter als der Halsschild. Unterseite dicht behaart.
5. **Aphaenopsis** J. Müll.

9. Hintere Marginalseta des Halsschildes normal entwickelt. Mittelgroße oder sehr große Arten aus dem illyrischen Karstgebiet . . . . . 9. **Neotrechus** J. Müll.

— Hintere Marginalseta des Halsschildes rudimentär oder fehlend. Kleine Arten aus den südlichen Kalkalpen und dem Karst . . . . . 10. **Orotrechus** J. Müll.

1. Untergattung **Duvalius** Delar. 1859.

Typus: *Trechus (Duvalius) Raymondi* Del.

Allgemeine Merkmale. Kopf mit vollständigen Stirnfurchen und zwei Supraorbitalborsten.

Halsschild quer oder herzförmig, mit deutlich abgesetzten, aufgebogenen Seitenrändern und schräg nach unten und innen gerichteten Epipleuren. Die vordere und hintere Marginalseta normal entwickelt.

Flügeldecken mit stark konvexem oder etwas abgeschrägtem Schulterrand, in letzterem Falle die Schulterecke breit verrundet.

Der erste Punkt der Series umbilicata vom Seitenrande nicht weiter entfernt als der zweite, der vierte vom dritten nicht weiter abgerückt als der dritte vom zweiten. An den männlichen Vordertarsen die zwei ersten Glieder erweitert und am inneren Apicalwinkel zahnförmig vortretend.

Kleine oder mittelgroße Arten mit kurzen oder mäßig langen Beinen und Fühlern.

Begrenzung. Ich fasse die Untergattung *Duvalius* im allgemeinen im GANGLBAUER'schen Sinne auf, jedoch mit Ausschluß der *Eurydice-Reitteri*-Gruppe aus der Lika und Nordwest-Bosnien und mit Einbeziehung des *Anophthalmus lucidus* aus Dalmatien.

Es gehören somit bisher alle blinden Trechen des Kaukasus, des Karpathenzuges und der Biharer Berge, der Balkanhalbinsel mit Ausschluß etlicher Arten des illyrischen Gebietes, ferner *Knauthi* und *Ghidinii* aus den südl. Kalkalpen sowie die Arten der Westalpen, des Apennin und Nordafrikas (Djurdjuragebiet).

Bestimmungstabelle der Arten.

1. Sehr kleine oder mittelgroße Arten von 3 bis 6 *mm* Länge. Fühler und Beine kurz oder mäßig lang. Das vierte Fühlerglied deutlich kürzer als das dritte und nicht oder nur wenig länger als das zweite. Hinterschenkel, wenn nach hinten gezogen, das Körperende nicht oder kaum überragend. Flügeldecken gegen den Seitenrand stärker herabgewölbt, hinter der Basis nur bei wenigen Arten eingedrückt, sonst meist gewölbt, an der Naht nie dachförmig vortretend und stets mit einem deutlichen, furchenartig vertieften, außen fältchenartig begrenzten, umgebogenen Ende des Nahtstreifens[1] . 2

— Größere, 5·5—6·5 *mm* lange Art vom Parnaß mit längeren Beinen und Fühlern. Das vierte Fühlerglied kaum kürzer als das dritte und mehr als anderthalbmal so lang als das zweite. Die Hinterschenkel überragen, wenn nach hinten gezogen, um ein gutes Stück das Hinterleibsende. Die Flügeldecken breit, vollständig gestreift, gegen den breit aufgebogenen Seitenrand nur sehr flach gewölbt, hinter der Basis mit einem großen, dreieckigen Eindruck, an der Naht, gegen die Spitze, meist deutlich dachförmig erhoben. Das für gewöhnlich als das »umgebogene Ende des Nahtstreifens« bezeichnete, furchenartig vertiefte Endstück des fünften Dorsalstreifens meist nicht deutlich hervortretend, das heißt von den übrigen im Apikalteil der Flügeldecken

[1] Das in der Literatur so oft genannte »umgebogene Ende des Nahtstreifens« ist eigentlich der furchenartig vertiefte und längs des Spitzenrandes der Flügeldecken in den Nahtstreif einmündende Apicalteil des fünften Dorsalstreifens. Doch will ich aus praktischen Gründen die alte Bezeichnung beibehalten.

befindlichen Streifen kaum verschieden. Die Maximalbreite des Halsschildes sehr weit nach vorn gerückt, etwa im apikalen Fünftel oder Sechstel der Halsschildlänge gelegen . . . . . 16. **Krüperi** Schaum.

2. Die vier vorderen Punkte der Series umbilicata bilden eine mit dem Seitenrande der Flügeldecken parallele Reihe. Die Flügeldecken unmittelbar hinter der Basis gewölbt, der Schulterrand in stark konvexer Kurve gerundet oder schwach abgeschrägt. Das erste Glied der männlichen Vordertarsen etwa so lang als breit (ob auch bei *Winneguthi* und *treskavicensis*?) 3

— Die vier vorderen Punkte der Series umbilicata bilden eine mit dem Seitenrande nach hinten divergierende Reihe. Flügeldecken unmittelbar hinter der Basis etwas verflacht oder mehr oder weniger eingedrückt. Der Schulterrand flacher verrundet oder deutlich abgeschrägt. Das erste Glied der männlichen Vordertarsen länglich (ob auch bei *maglajensis*?) 12

3. Sehr kleine Art von 3 *mm* Länge, mit sehr kurzen Fühlern, das achte und neunte Fühlerglied nur kurz oval, wenig länger als breit. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens kontinuierlich in den fünften Dorsalstreifen übergehend. — Türkei (Belgraderwald bei Konstantinopel) 1. **turcicus** Friv.

Meist erheblich größere Arten von 3·4—6 *mm* Länge. Fühler länger, das achte und neunte Glied selbst von der Breitseite betrachtet, länglich, mindestens doppelt so lang als breit. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens scharf ausgeprägt, nicht allmählig in den fünften Dorsalstreifen übergehend 4

4. Flügeldecken außer den normalen Borstenhaaren kahl 5

— Flügeldecken außer den normalen Borstenhaaren dicht abstehend behaart 11

5. Flügeldecken nur im dritten Zwischenraume mit drei bis vier borstentragenden Punkten 6

Flügeldecken im dritten, fünften und siebenten Zwischenraum mit borstentragenden Punkten. Länge: 5·4—5·6 *mm*. — Südost-Bosnien (Romanja planina) . . . . . 10. **Winneguthi** Apfb.[1]

6. Im Verlaufe des dritten Streifens nur drei Borstenpunkte 7

— Im Verlaufe des dritten Streifens befinden sich vier Borstenpunkte. Nur die drei bis vier inneren Dorsalstreifen der Flügeldecken erkennbar, die äußeren vollständig erloschen. Länge etwa 4·5 *mm*. — Montenegro (Durmitor, hochalpin) . . . . . 9. **durmitorensis** Apfb.

7. Flügeldecken viel stärker und vollzähliger gestreift, wenigstens die zwei innersten Streifen stark vertieft, der dritte und vierte meist feiner und seichter, aber noch sehr deutlich sichtbar. Schläfen kahl, selten (bei *Knauthi*) äußerst fein behaart, dann aber der Halsschild auch in der Mitte deutlich genetzt 8

– Nur der erste (innerste) Flügeldeckenstreifen deutlich vertieft, der zweite bereits sehr fein, durch eine teilweise obsolete, kaum vertiefte Linie angedeutet, vom dritten und vierten nur ganz schwache Spuren vorhanden. Schläfen fein abstehend behaart; Halsschildscheibe spiegelglatt. Länge: 4 *mm*. — Griechenland (Parnaß) . . . . . 3. **Oertzeni** L. Mill.

8. Der vordere Borstenpunkt am dritten Flügeldeckenstreifen vom Basalrand der Flügeldecken weiter entfernt als vom Nahtrand. Augenrudimente nicht deutlich, nur bei genauer mikroskopischer Untersuchung und einer bestimmten Beleuchtung erkennbar. Halsschild quer, vor den kleinen, nicht vor-

---

[1] Hieher auch: 11. **Trechus (Duvalius) Kautianus** Apfb., aus Südost-Bosnien (Banja stijena). Mir in natura unbekannt. Über die Unterschiede gegenüber *Winneguthi* siehe p. 22 [32] und 86 [96].

springenden Hinterecken nur sehr schwach ausgeschweift. Schläfen mit feinen, nur bei sehr starker Vergrößerung sichtbaren Härchen. Länge: 3·3—3·5 *mm*. — Südtirol (Monte Pari).
2. **Knauthi** Ganglb.,

— Der vordere Borstenpunkt am dritten Flügeldeckenstreifen weniger weit nach hinten verschoben, vom Basal- und Nahtrand etwa gleichweit entfernt. Augenrudimente deutlich, als weißliche, oft schwärzlich umrandete Feldchen sichtbar. Hinterecken des Halsschildes spitz vortretend. Schläfen kahl 9

9. Arten mit breiteren, länglich-ovalen Flügeldecken und weniger stark herzförmigem Halsschilde . 10

— Schlankere Art mit viel längeren Flügeldecken, dieselben etwa doppelt so lang als breit. Halsschild sehr stark herzförmig, vor den lang abgesetzten, spitz vortretenden Hinterecken ziemlich stark ausgeschweift. Augenrudimente ziemlich schmal und quer. Länge: 3·8—4·2 *mm*. — Herzegowina und Südost-Bosnien (Velež planina, Volujak, Maglič) . . . . . 8. **Speiseri** Ganglb.

10. Augenrudimente sehr deutlich und relativ groß, oval, mit schwarzen Rändern. Flügeldecken etwas flacher, kräftiger punktiert, gestreift, mit drei sehr starken Borstenpunkten im Verlaufe des dritten Dorsalstreifens. Fühler schlanker, Kopf hinten deutlich backenartig erweitert. Länge: 4·5 *mm*. — Lombardei (Varese) . . . . . 6. **Ghidinii** Gestro.

— Augenrudimente mehr in die Quere gezogen, schmäler und daher undeutlicher. Flügeldecken etwas gewölbter, feiner gestreift, mit drei viel feineren Borstenpunkten am dritten Dorsalstreifen. Fühler kürzer, Kopf hinten nicht deutlich backenartig erweitert. Länge: 4·5 *mm*. — Südost-Bosnien (Treskavica planina) . . . . . 7.**treskavicensis** Ganglb.

11. Vorderkörper kahl. Flügeldecken vollständig gestreift. Länge: 4·8—5 *mm*. — Süd-Bosnien (Bjelašnica-, Treskavica- und Visočica planina) . . . . . 5. **pilifer** Ganglb.

— Auch der Vorderkörper abstehend behaart. Die äußeren Flügeldeckenstreifen erloschen. Länge: 4 *mm*. — Bulgarien (Hoher Balkan). (Ex Apfelbeck) . . . . . 4. **balcanicus** J. Friv.

12. Flügeldecken vollzählig, innen sehr kräftig gestreift. Der dritte und vierte Dorsalstreif vereinigen sich am vorderen und mittleren im Verlaufe dieser Streifen befindlichen Borstenpunkte. Schulterrand wenig abgeschrägt, die Schultern in stark konvexer Kurve gerundet. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens nicht über das Niveau des präapikalen Borstenpunktes der Flügeldecken verlängert. Länge: 4·7 bis 5 *mm*. — Nord-Bosnien (Maglaj) . . . . . 12. **maglajensis** Apfb.

— Flügeldecken mit viel feineren, außen erloschenen Punktstreifen. Der dritte und vierte Dorsalstreif der Flügeldecken sind wenigstens am mittleren Borstenpunkt nicht vereinigt. Schultern breiter verrundet oder deutlicher abgeschrägt. Hieher drei nahe verwandte Arten aus Dalmatien 13

13. Kopf hinten nicht backenartig erweitert, mit langen Fühlern. Halsschild vor der Mitte nur sehr schwach gerundet erweitert, die Scheibe auch in der Mitte mit schmal quermaschiger Retikulierung. Die Flügeldeckenbasis deutlich eingedrückt, der Schulterrand in flachem Bogen abgeschrägt. Länge: 4·5—6 *mm*. — Mittel-Dalmatien (Dugopolje, Labin) . . . . . 13. **Novaki** J. Müll.

— Kopf hinten deutlich backenartig erweitert, mit etwas kürzeren Fühlern. Halsschild deutlich herzförmig, vor der Mitte viel stärker gerundet-erweitert. Schulterrand gegen die Basis fast geradlinig abgeschrägt 14

14. Größer, 5—5·3 *mm* lang. Der Halsschild auch in der Mitte eng quermaschig genetzt. Der zweite, dritte und vierte Punkt der Series umbilicata vom Seitenrande weniger abgerückt. — Mitteldalmatien (Mosorgebirge) . . . . . 14. **Netolitzkyi** J. Müll.

14. Kleiner, 4 — 4·3 *mm* lang. Halsschild in der Mitte auch bei mikroskopischer Betrachtung spiegelglatt, an den Seiten genetzt, jedoch die Maschen weniger stark in die Quere gezogen. Der zweite, dritte und vierte Punkt der Series umbilicata weiter nach innen gerückt und mit dem Seitenrande deutlicher divergierend. — Mittel-Dalmatien (Insel Brazza) . . . . . 15. **lucidus** J. Müll.

Um die Bestimmung der *Duvalius*-Arten zu erleichtern, habe ich noch folgende Tabelle nach praktischen Gesichtspunkten, ohne Rücksichtnahme auf natürliche Verwandtschaft, zusammengestellt:

1. Kleinste Art von 3 *mm* Länge mit sehr kurzen Fühlern . . . . . 1. **turcicus** Friv.
— Größere Arten von 3·3—6·5 *mm* Länge mit längeren Fühlern 2
2. Flügeldecken abstehend behaart 3
— Flügeldecken kahl 4
3. Auch der Vorderkörper behaart . . . . . 4. **balcanicus** Friv.
— Nur die Flügeldecken behaart . . . . . 5. **pilifer** Ganglb.
4. Flügeldecken im dritten, fünften und eventuell auch im siebenten Zwischenraum mit borstentragenden Punkten . . . . . 10. **Winneguthi** und 11. **Kautianus** Apfb.
— Flügeldecken nur im dritten Zwischenraum mit Borstenpunkten 5
5. Im dritten Zwischenraum mit vier Borstenpunkten . . . . . 9. **durmitorensis** Apfb.
— Im dritten Zwischenraum mit drei Borstenpunkten 6
6. Der dritte und vierte Dorsalstreif der Flügeldecken am vorderen und mittleren Borstenpunkt vereinigt . . . . . 12. **maglajensis** Apfb.
— Der dritte und vierte Dorsalstreif der Flügeldecken wenigstens am mittleren Borstenpunkt nicht vereinigt 7
7. Kleinere Arten von höchstens 4·5 *mm* 8
— Wenigstens 5 *mm* lange Arten 13
8. Die vier ersten Punkte der Series umbilicata dem Seitenrande stark genähert und mit diesem parallel laufend 9
— Die vier ersten Punkte der Series umbilicata vom Seitenrande weiter entfernt und mit diesem nach hinten deutlich divergierend . . . . . 15. **lucidus** J. Müll.
9. Wenigstens die vier bis fünf ersten Dorsalstreifen der Flügeldecken ausgebildet 10
— Außer dem deutlich vertieften Nahtstreif nur noch ein bis zwei Dorsalstreifen schwach angedeutet. Schläfen fein behaart. Halsschildscheibe in der Mitte nicht genetzt . . . . . 3. **Oertzeni** L. Mill.
10. Kleine Art aus Südtirol mit querem, vor den kleinen, rechtwinkeligen Hinterecken nur schwach ausgeschweiftem Halsschild. Der vordere Borstenpunkt am dritten Flügeldeckenstreifen vom Basalrand der Flügeldecken weiter entfernt als vom Nahtrand. Schläfen mikroskopisch fein behaart. Länge 3·3 bis 3·5 *mm* . . . . . 2. **Knauthi** Ganglb.
— Größere Arten mit deutlich herzförmigem, vor den spitzen Hinterecken deutlicher ausgeschweiftem Halsschild. Erster Punkt am dritten Dorsalstreifen weiter vorn gelegen. Schläfen kahl 11
11. Schlanke Art von 3·8—4·2 *mm* Länge aus der Herzegowina und Süd-Bosnien. Halsschild sehr stark herzförmig; Flügeldecken etwa doppelt so lang als breit . . . . . 8. **Speiseri** Ganglb.

— Breitere und größere Arten mit weniger stark herzförmigem Halsschild. Länge: 4·5 *mm* 12

12. Augenrudimente sehr deutlich, oval, mit schwarzen Rändern. Flügeldecken kräftig punktiert gestreift, mit drei sehr starken Borstenpunkten im dritten Zwischenraum. — Lombardei 6. **Ghidinii** Gestro.

— Augenrudimente undeutlicher, schmal. Flügeldecken feiner punktiert gestreift, mit drei viel feineren Borstenpunkten im dritten Zwischenraum. — Südost-Bosnien . . . . 7. **trescavicensis** Ganglb.

13. Flügeldecken vollzählig gestreift. Maximalbreite des Halsschildes etwa im vorderen Fünftel oder Sechstel der Halsschildlänge gelegen. Länge: 5·5 bis 6·5 *mm*. — Parnass . 16. **Krüperi** Schaum.

— Flügeldeckenstreifen nach außen feiner werdend oder erloschen. Maximalbreite des Halsschildes etwa im vorderen Drittel gelegen. Länge: 4·5 bis 6 *mm*. — Mittel-Dalmatien 14

14. Kopf hinten backenartig erweitert. Halsschild herzförmig, vorne stärker gerundet
14. **Netolitzkyi** J. Müll.

— Kopf hinten nicht backenartig erweitert. Halsschild vorne viel schwächer gerundet
13. **Novaki** J. Müll.

---

1. **Trechus (Duvalius) turcicus** Friv. Termész. Füz., IV, 1880, 261; Apfelbeck, Käferfauna Balk. I, 1904, 137.

Die kleinste in unserem Gebiet vorkommende blinde *Trechus*-Art. Rötlich gelb, glänzend. Der Kopf etwas schmäler als der Halsschild; die Schläfen mikroskopisch fein abstehend behaart. Der Halsschild herzförmig, im vorderen Drittel gerundet erweitert und daselbst etwas breiter als lang, vor den Hinterecken deutlich ausgeschweift, letztere scharf rechteckig. Die Flügeldecken etwa $1^3/_4$ so breit als der Halsschild, länglich, an den Seiten wenig gerundet, etwas hinter der Mitte am breitesten; der Schulterrand kaum abgeschrägt, daher die Schultern sehr weit nach vorne gerückt, jedoch nicht eckig vortretend, sondern ziemlich breit verrundet. Der vordere Borstenpunkt am dritten Dorsalstreifen vom Basal-, Naht- und Seitenrand ziemlich gleichweit entfernt, der mittlere sehr klein, in oder knapp hinter der Flügeldeckenmitte gelegen. Die Dorsalstreifen bis zum sechsten erkennbar, dieser allerdings sehr fein, der siebente fast spurlos erloschen. — Länge: 3 *mm* (nach APFELBECK 2·8 bis 3 *mm*).

Vorkommen. Türkei (Belgrader Wald bei Konstantinopel; Merkl). Mir lagen zur Untersuchung zwei übereinstimmende Stücke vor, eines aus dem Wiener Hofmuseum mit der Bezeichnung »*Turcia* Merkl 1883«, das andere aus der Stierlin'schen Sammlung (jetzt coll. Leonhard), ohne nähere Fundortsangabe.

2. **Trechus (Duvalius) Knauthi** Ganglb. Münch. Koleopt. Zeitschr., II, 1904, 189 bis 190. — Subsp. **serianensis** Breit. Entom. Mitteil. II, 1913, 12.

Klein, rötlich- oder bräunlichgelb, ziemlich langgestreckt. Der Kopf wenig schmäler als der Halsschild. Die an der Fühlerwurzel beginnenden Seitenrandleisten der Stirn nach hinten schwach divergierend und bis zum Niveau des großen vorderen Supraorbitalpunktes reichend. Die Fühler etwas über die Körpermitte nach hinten reichend, ihr drittes Glied kaum länger als das leicht verdickte Basalglied, das zweite Glied wenig kürzer als das dritte und etwa ebenso lang als das vierte. Die beiden vorletzten Glieder gut anderthalbmal so lang als breit. Der Halsschild quer, im vorderen Drittel in mäßiger Krümmung erweitert, nach hinten bis zu den kleinen scharf rechtwinkeligen Hinterecken fast geradlinig verengt. Die Flügeldecken länglich, seitlich schwach gerundet, hinter der Mitte am breitesten, mit nicht vortretenden, mäßig stark verrundeten Schultern. Die inneren Dorsalstreifen ziemlich stark vertieft, die äußeren nur sehr schwach angedeutet oder fast ganz erloschen. Der vordere Borstenpunkt am dritten Streifen etwa am Ende des

basalen Fünftels, der mittlere etwa in der Flügeldeckenmitte gelegen. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens das Niveau des Präapicalpunktes der Flügeldecken nicht oder wenig überragend. — Länge: 3·3 bis 3·5 *mm.*

Nach GANGLBAUER mit *Trechus strigipennis* Kiesw. vom Monte Rosa zunächst verwandt. Von diesem durch den gänzlichen Mangel der Augen, geringere Größe und schmälere Körperform, etwas kürzere und schlankere Fühler, etwas schwächere Basaleindrücke des Halsschildes, schmälere, am Schulterrande flacher gerundete, außen undeutlich gestreifte Flügeldecken sowie kürzere Beine verschieden.

Verbreitung und Lebensweise. Diese Art wurde von Ganglbauer unter dem Gipfel des Monte Pari (1991 *m*) in Südtirol, am reich mit Erlen bewachsenen Nordabhang desselben gegen die Bocca di Saval, unter tief in den Boden eingebetteten Steinen entdeckt und in Anzahl gesammelt. Eine Varietät desselben (**serianensis** Breit) fand Herr Direktor Hugo Diener in der Umgebung des Rifugio Curo (zirka 1900 *m*) im obersten Val Seriana (Bergamasker Alpen). Diese Varietät soll sich von der typischen Form durch etwas weniger kurzen Halsschild und konvexere Schultern unterscheiden.

3. **Trechus (Duvalius) Oertzeni** Mill. Verh. zool. bot. Ges. Wien, XXXIII, 1884, 264; Apfelbeck, Käferfauna Balk., I, 1904, 140.

Klein, glänzend, bräunlichgelb mit etwas dunklerem, rötlichgelbem Vorderkörper. Der Kopf sehr wenig schmäler als der Halsschild, mit fein abstehend behaarten Schläfen. Fühler etwas über die Körpermitte nach hinten reichend, das zweite Glied kürzer als das erste, das dritte wenig länger als das zweite und vierte, die beiden vorletzten Glieder etwa doppelt so lang als breit. Der Halsschild herzförmig, im vorderen Drittel am breitesten, nach hinten ziemlich stark verengt, vor den etwas spitz nach außen vortretenden Hinterecken ausgeschweift. Flügeldecken länglich oval, etwas hinter der Mitte am breitesten, mit ziemlich breit verrundeten Schultern. Im Verlaufe des dritten, bei dieser Art kaum mehr erkennbaren Streifens befinden sich drei borstentragende Punkte, von denen der erste im basalen Fünftel, vom Basalrand etwas weiter entfernt als vom Nahtrand, der zweite ziemlich genau in der Mitte der Flügeldeckenlänge und der dritte im apicalen Sechstel gelegen ist. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens reicht bis zum Niveau des borstentragenden Präapicalpunktes der Flügeldecken und erlischt weit außerhalb desselben, ohne nach innen umzubiegen. — Länge: 4 *mm.*

Auf den ersten Blick sieht diese Art einem großen *Trechus Knauthi* ähnlich; doch unterscheidet sie sich von diesem durch stärkeren Glanz, etwas längere Fühler, den weniger queren, deutlich herzförmigen, vor den spitzen Hinterecken viel stärker ausgeschweiften, auf der Scheibe nicht deutlich genetzten Halsschild und außerhalb des Nahtstreifens nicht deutlich gestreifte Flügeldecken. Auch sind die Schläfen deutlicher als bei *Knauthi* behaart.

Vorkommen und Lebensweise. *Trechus Oertzeni* wurde nach einem am Parnass, hochalpin, am Rande eines Schneefeldes von v. Oertzen gesammelten Exemplar beschrieben. Mir lag ein am Originalfundort von F. Rambousek am 1. Juli 1909 gesammeltes, jetzt in der Sammlung des Herrn Otto Leonhard befindliches Exemplar (♀) vor.

4. **Trechus (Duvalius) balcanicus** J. Friv. Termész. Füz., III, 1879, 231; Apfelbeck, Käferfauna Balk. I, 1904, 136.

»Rötlichgelb, oben kurz, aufstehend, auf dem Halsschild etwas länger dicht behaart. Kopf hinten eingeschnürt, mit tiefen Stirnfurchen, zwischen diesen undeutlich quer gerunzelt, an Stelle der Augen mit elliptischer, hellerer Makel. Halsschild herzförmig, fein gerandet, vorn gerundet, gegen die Basis ziemlich stark verengt, mit scharfen, mäßig vorspringenden Hinterecken, oben schwach gewölbt, mit längeren, etwas nach hinten gerichteten Haaren bekleidet, mit in den Hinterecken vertieftem Quereindruck an der Basis. Flügeldecken länglich eiförmig, an der Basis fast gerade und beiderseits leicht eingedrückt, an den Seiten sanft gerundet, die Spitzen einzeln abgerundet, oben abgeflacht gewölbt, mit kurzer, aufstehender, ziemlich dichter

Behaarung, auf der Scheibe punktiert gestreift; die vier inneren, mäßig tiefen Streifen fein punktiert und an der Spitze abgekürzt, der fünfte erlöschend, die übrigen sehr undeutlich; der dritte Zwischenraum mit zwei Punkten, vorn und in der Mitte, und einem dritten Punkte an der Spitze. Hinterschienen mäßig gekrümmt. Kleiner als *A. Budae*, von diesem durch an den Seiten stärker gerundeten und gegen die Basis seitlich tiefer ausgeschnittenen Halsschild und undeutliche äußere Streifen der Flügeldecken, von *A. Bielzi* durch bedeutendere Größe, herzförmigen Halsschild, scharf vorspringende Hinterecken desselben und an den Seiten stärker gerundete Flügeldecken differierend. — Länge: 4 *mm*« (ex APFELBECK nach FRIVALDSZKY).

Vorkommen. Bulgarien (Hoher Balkan). Von MERKL entdeckt und in neuerer Zeit, wie es scheint, nicht wieder aufgefunden.

5. **Trechus (Duvalius) pilifer** Ganglb. Wien. Ent. Zeitg., X, 1891, 124; Käf. v. Mitteleur., I, 1892, 209; Apfelbeck, Käferfauna Balk., I, 1904, 146.—Subsp. **Leonhardianus** Breit. Entom. Mitteil., II, 1913, 12.

Rotbraun, glänzend. Kopf wenig schmäler als der Halsschild. Fühler etwa halb so lang als der Körper, ihr zweites Glied wenig kürzer als das erste und vierte, das dritte deutlich länger als diese, die beiden vorletzten von der Breitseite betrachtet etwa doppelt so lang als breit. Der Halsschild breiter als lang, im vorderen Drittel am breitesten und mäßig stark gerundet erweitert, nach hinten fast geradlinig verengt, mit ziemlich großen, etwas spitzwinkeligen, nach außen kaum vorspringenden Hinterecken. Die Seitenrandkehle bis zu den Vorderecken fast gleichbreit, letztere gerundet, nicht lappenförmig vorspringend. Flügeldecken länglich oval, hinter der Mitte am breitesten, von da an gegen die deutlich markierten, wenn auch ziemlich breit abgerundeten Schulten fast geradlinig, schwach verengt, der leicht abgeschrägte Schulterrand ganz allmählich in die Schulterrundung übergehend. Alle Dorsalstreifen ausgebildet, wenn auch die äußeren fein. Von den drei am dritten Streifen befindlichen Borstenpunkten liegt der mittlere hinter der Flügeldeckenmitte und ist in der Regel vom vorderen deutlich weiter entfernt als vom hinteren, präapikalen Borstenpunkt. Letzterer ist bei dieser Spezies weit nach hinten gerückt und vom Spitzenrand etwa bloß um ein Zwölftel der Flügeldeckenlänge entfernt. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens ist daher, obwohl selbst ziemlich kurz, deutlich über das Niveau des Präapicalpunktes nach vorne verlängert. Die schwach gewölbten Zwischenräume der Flügeldecken sind mit einer etwas unregelmäßigen Reihe verschieden starker Pünktchen versehen, aus denen je ein aufrechtes, schwach nach vorn geneigtes Härchen entspringt. — Länge: 4·8 bis 5 *mm*.

Vorkommen. Diese Art wurde von V. Apfelbeck auf der Bjelašnica planina bei Sarajevo, hochalpin unter Steinen entdeckt. Die von mir untersuchten Exemplare wurden am Originalfundort von Apfelbeck (5. Juni 1889) und Matzenauer gesammelt. Nach BREIT (Wien. entom. Zeitg. 1911, 108) auch auf der Treskavica planina.

In neuester Zeit wurde *Tr. pilifer* auch auf der Visočica planina in Südbosnien gefunden. Nach BREIT (Entom. Mitteil. II, 1913, 12) bilden die Exemplare dieser Lokalität eine Lokalrasse (**pilifer Leonhardianus** Breit), die sich von der typischen Form durch schmäleren, vorn weniger stark gerundeten und daher etwas schwächer herzförmigen Halsschild unterscheiden soll.

6. **Trechus (Duvalius) Ghidinii** Gestro. Ann. Mus. Civ. di storia natur. Genova, XLIV, 1909, 202.

Rötlichgelb, glänzend. Der Kopf schmäler als der Halsschild, mit schwach backenartig erweiterten Schläfen. Fühler die Körpermitte etwas überragend, das zweite Glied etwas kürzer als das erste und vierte, das dritte deutlich länger als das vierte, das neunte mehr als doppelt so lang als breit. Der Halsschild breiter als lang, im vorderen Drittel am breitesten, nach hinten in sehr schwacher Rundung verengt, unmittelbar vor den mäßig großen, spitzen Hinterecken stärker eingezogen. Die Halsschildfläche mit netzartiger, aus queren Maschen bestehender, gegen die Mitte der Scheibe schwächer werdender Mikroskulptur. Die Flügeldecken länglich oval, flach gewölbt, etwas hinter der Mitte am breitesten, mit schwach abgeschrägtem, gegen die Schulterkonvexität allmählich stärker gekrümmtem Schulterrand. Die inneren Dorsalstreifen als

kräftige, vertiefte Punktstreifen ausgebildet, die äußeren allmählich schwächer, der siebente wenigstens gegen die Spitze zu erloschen und nur vorne durch eine obsolete Punktreihe angedeutet. Die Intervalle sind äußerst fein und eng quergerieft, jedoch ist diese Riefung sehr schwach und nur bei aufmerksamer, mikroskopischer Betrachtung zu sehen. Von den drei im Verlaufe des dritten Punktstreifens befindlichen Borstenpunkten liegt der mittlere in oder etwas vor der Mitte der Flügeldecken. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens reicht etwa bis zum Niveau des borstentragenden Präapicalpunktes oder überragt dasselbe nur wenig. — Länge: 4·5 *mm*.

Vorkommen. Varese (Lombardei). Die von mir im Wiener Hofmuseum untersuchten Exemplare tragen die nähere Bezeichnung: »Lombardei, Varese, 2. Mai 1909, A. Fiori« und »Grotta del Monte Tre Crocette, Campo dei fiori sopra Varese, Provincia di Como (1100 *m*), 13. April 1909.«

7. **Trechus (Duvalius) trescavicensis** Ganglb. Wien. entom. Zeitung, X, 1891, 125, und Käf. v. Mitteleur. I, 1892, 210; Apfelbeck, Käf. Balk., I, 1904, 146.

Rötlichgelb, glänzend. Kopf erheblich schmäler als der Halsschild, mit mäßig gerundeten Schläfen. Die Fühler etwa halb so lang als der Körper, das dritte Glied deutlich, das vierte kaum länger als das zweite, das neunte und das etwas kürzere zehnte Glied kaum doppelt so lang als breit. Der Halsschild im vorderen Drittel breiter als lang, nach hinten in schwach konvexer Kurve ziemlich stark verengt und vor den mäßig großen, spitzwinkeligen Hinterecken sanft ausgeschweift. Die Flügeldecken flach gewölbt, länglich oval, seitlich schwach gerundet, knapp hinter der Mitte am breitesten, von da an nach vorne und hinten ziemlich gleichmäßig, schwach verengt, der Basalrand der Schultern schwach abgeschrägt, die Schulterecke mäßig breit verrundet. Das Nahtende klaffend und die Flügeldecken daselbst einzeln stumpf verrundet. Die inneren Dorsalstreifen stark vertieft und die Zwischenräume daselbst deutlich gewölbt; nach außen werden die Streifen allmählich feiner, der sechste ist bereits stark obsolet, der siebente vollständig geschwunden. Im Verlaufe des dritten Streifens befinden sich drei ziemlich feine, borstentragende Punkte, wovon der erste im basalen Sechstel, vom Basal- und Nahtrand gleichweit entfernt, liegt, der zweite etwa in der Mitte der Flügeldeckenlänge. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens ist über das Niveau des Präapicalpunktes der Flügeldecken nur wenig verlängert. — Länge: 4·5 *mm*.

Vorkommen und Lebensweise. Diese Art wurde von Apfelbeck in Süd-Bosnien, auf der Treskavica planina bei Sarajevo entdeckt, wo sie in der subalpinen und alpinen Region unter Steinen lebt. Ein mir vorliegendes Stück verdanke ich Herrn Otto Leonhard (Blasewitz).

8. **Trechus (Duvalius) Speiseri** Ganglb. Wien. entom. Zeitung XI, 1892, 233; Apfelbeck, Käferfauna Balk. I, 1904, 138. — Subsp. **hercegovinensis** Krauss. Wien. entom. Zeitung 1906, 259.

Forma typica. Heller oder dunkler rotbraun, glänzend. Der Kopf etwas schmäler als der Halsschild mit schwach backenartig erweiterten Schläfen. Die Fühler etwas über die Mitte des Körpers nach hinten reichend, ziemlich kräftig gebaut mit kurzen Gliedern, das zweite viel kürzer als das erste und dritte, dieses etwa $1^1/_3$ so lang als das vierte, die beiden vorletzten Glieder nicht ganz doppelt so lang als breit. Der Halsschild quer herzförmig, im vorderen Drittel stark gerundet erweitert, nach hinten stark verengt, mit ziemlich großen, spitzwinkeligen, etwas nach außen gerichteten Hinterecken. Die Flügeldecken länglich oval, hinter der Mitte am breitesten, seitlich wenig gerundet, mit schwach abgeschrägtem Basalrand der Schultern und mäßig stark gerundeten, deutlich markierten Schultern. Die inneren Flügeldeckenstreifen tief eingeschnitten, kräftig punktiert, die äußeren allmählich feiner, der siebente nur durch eine feine Punktreihe angedeutet oder fast gänzlich erloschen. Von den drei Borstenpunkten des dritten Streifens befindet sich der mittlere in oder knapp hinter der Mitte der Flügeldeckenlänge. Das umgebogene Nahtende etwas über das Niveau des Präapicalpunktes nach vorn verlängert. — Länge: 3·8 bis 4·2 *mm*.

Vorkommen und Lebensweise. Diese Art wurde von Prof. Speiser am Volujak in der Herzegowina in der hochalpinen Region unter Steinen entdeckt und später auch auf dem Maglić (bosnische

Seite des Volujak) von Kustos Reiser aufgefunden. Außer zwei von Speiser selbst stammenden, 1892 gesammelten Exemplaren aus dem Wiener Hofmuseum lagen mir noch weitere Stücke vom Originalfundort vor (ex coll. Leonhard und Matzenauer, jetzt im Wiener Hofmuseum).

Subsp. **hercegovinensis** Krauss. Wie ich mich an der Hand der beiden (nunmehr im Besitze des Herrn Ingenieurs H. F. Neumann in Graz befindlichen) Typen überzeugen konnte, gehört *Trechus Budae hercegovinensis* Krauss als Rasse zu *Speiseri* Ganglb. Diese Form unterscheidet sich vom Typus durch den vorn schmäler verrundeten, von der Gegend der vorderen Marginalseta nach hinten mehr geradlinig verengten Halsschild und weniger deutlich abgeschrägten, mehr gleichmäßig gerundeten Schulterrand. Ferner ist bei *hercegovinensis* die Mikroskulptur des Halsschildes in der Mitte der Scheibe deutlicher und aus nahezu isodiametrischen Maschen gebildet, während der echte *Speiseri* vom Volujak eine gegen die Mitte zu sehr fein werdende oder fast erloschene Mikroskulptur besitzt, die aus engen stark in die Quere gezogenen Maschen besteht. — Länge: 3·5 bis 4 *mm*.

Vorkommen. *Trechus Speiseri hercegovinensis* ist bisher nur von der Velež planina in der Herzegowina bekannt.

9. **Trechus (Duvalius) durmitorensis** Apfelbeck. Käferfauna der Balkanhalbinsel, I, 1904, 138.

»Dem *T. Speiseri* sehr nahe verwandt, von demselben durch vorn schmäleren, zur Basis weniger verengten, vor derselben stärker ausgeschweiften Halsschild, undeutlicher abgesetzte Hinterecken desselben, namentlich aber die spärlich gestreiften Flügeldecken und das Vorhandensein von vier (anstatt drei) borstentragenden Punkten im dritten Zwischenraum derselben differierend. Erster und zweiter Streifen der Flügeldecken ziemlich tief, spärlich und schwach punktiert, der dritte Streifen schon erloschen, nur hinten (hinter dem dritten Porenpunkt) noch deutlich erkennbar, nach vorn nur durch seichte Punkte angedeutet, die übrigen vollständig erloschen, höchstens der vierte hinten noch teilweise erkennbar. — Montenegro (Durmitor-Čurcić); hochalpin« (ex APFELBECK).

Zu dieser mir in natura unbekannten Art dürften auch zwei Exemplare (♂♂) aus der Leonhard'schen Sammlung gehören, die als *Anophthalmus subcylindricus* Reitter bezeichnet waren. Ich konnte nicht ermitteln, ob, beziehungsweise wo dieses Tier beschrieben ist. Da seine Identität mit *Trechus durmitorensis* noch nicht sicher feststeht, gebe ich nachfolgend eine Beschreibung der Leonhard'schen Exemplare. Sollte sich später ihre Zugehörigkeit zu *T. durmitorensis* als richtig herausstellen, so dürfte diese Beschreibung als Ergänzung zu der APFELBECK'schen Originalbeschreibung nicht unwillkommen sein.

Der Kopf breit, kaum schmäler als der Halsschild, mit deutlich backenartig erweiterten, ziemlich stark gerundeten Schläfen. Der Halsschild herzförmig, breiter als lang, am Ende des vorderen Drittels am breitesten und hier in gleichmäßiger Kurve erweitert, nach hinten ziemlich stark verengt, die Hinterecken ziemlich lang abgesetzt, spitzwinkelig und nach außen gerichtet. Flügeldecken länglich, hinter der Mitte am breitesten, mit nur ganz schwach abgeschrägten, daher deutlich eckig vortretenden, an der Spitze verrundeten Schultern. Bloß die zwei innersten Dorsalstreifen der ganzen Länge nach gleichmäßig scharf vertieft, der dritte nur im hinteren Teile schärfer eingeschnitten, die weiteren Streifen nach außen allmählich erlöschend. Im Verlaufe des dritten Streifens befinden sich vier voneinander ziemlich gleichweit entfernte Borstenpunkte, davon der erste im basalen Sechstel der Flügeldeckenlänge, der zweite vor, der dritte hinter der Mitte, der vierte (Präapicalpunkt) weit hinten, vom Apicalrand nicht oder nur wenig weiter entfernt als von der Naht. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens etwa bis zum Niveau des Präapicalpunktes oder nur wenig weiter nach vorn reichend. Die Fühler ziemlich kurz, das dritte Glied anderthalbmal so lang als das vierte, die vorletzten Glieder, von der Breitseite betrachtet, etwa doppelt so lang als breit. — Länge: 4·6 *mm*. — Fundort: Bosnisch-montenegrinische Grenze, Ljubičen planina (Coll. Leonhard, 2 ♂♂).

10. **Trechus (Duvalius) Winneguthi** Apfelbeck. Glasnik zemaljskog Muzeja u Bosni i Hercegovini, XIX, 1907, 305, und Wien. entom. Zeitung, 1907, 318.

Rötlichgelb, glänzend. Kopf fast so breit als der Halsschild, mit ziemlich stark backenartig vorspringenden Schläfen. Die Fühler etwa von halber Körperlänge, das zweite Glied wenig kürzer als das erste und dritte, das vierte erheblich länger, das neunte etwa doppelt so lang als breit. Der Halsschild quer-herzförmig, im vorderen Drittel am breitesten und gleichmäßig gerundet, nach hinten ziemlich stark, jedoch in sehr schwacher Kurve verengt, mit ziemlich großen, etwas spitzwinkeligen Hinterecken; die Vorderecken wenig vortretend, die Seitenrandkehle innerhalb derselben nicht breiter als weiter hinten. Die Flügeldecken länglich mit schwach abgeschrägtem Schulterrand und daher sehr deutlichen, wenn auch verrundeten Schulterecken, hinter der Mitte am breitesten und von da an gegen die Schultern in äußerst schwach gekrümmter Kurve verengt. Die inneren Dorsalstreifen kräftig, die äußeren nur durch Punktreihen markiert und nach hinten erlöschend. Im Verlaufe des dritten Streifens befinden sich drei bis vier borstentragende Punkte; außerdem auf dem dritten und fünften Zwischenraum sowie ganz vorne auch im zweiten Zwischenraum vereinzelte Borstenpunkte.[1] Das umgebogene Ende des Nahtstreifens ist nur ganz wenig über das Niveau des Präapicalpunktes nach vorne verlängert. Die polygonale Mikroskulptur in der Mitte der Halsschildscheibe sowie die feine Querriefung der Flügeldecken nur sehr undeutlich, fast erloschen. — Länge der mir vorliegenden Exemplare 5·4 bis 5·6 *mm*.[2]

Vorkommen und Lebensweise. Diese Art wurde vom Präparator des Landesmuseums in Sarajevo, Adolf Winneguth am Eingang einer kleinen Höhle der Romanja planina, bei Pale (Umgebung von Sarajevo) 1907 entdeckt. Mir sind zwei Exemplare aus dem Wiener Hofmuseum, darunter eine Apfelbeck'sche Type, vorgelegen.

11. **Trechus (Duvalius) Kautianus** Apfelbeck. Glasnik zemaljskog Muzeja u Bosni i Hercegovini, XIX, 1907, 401.

Da mir diese Art nicht vorliegt, muß ich mich auf eine Wiedergabe der APFELBECK'schen Originaldiagnose beschränken.

»*Anophthalmo* (*Duvalio*) *Winneguthi* Apf. valde affinis, temporibus longioribus, prothoracis lateribus antice fortius rotundato-dilatatis, corpore latiore et majore, elytris multo latioribus, profundius striato-punctatis, interstitiis convexis; antennarum articulo primo longiore, minus incrassato, subcylindrico; tarsorum anticorum articulo primo et secundo in mare fortius incrassato, magis transverso, distinguendus. Long. 5·5 (♀) bis 6 *mm* (♂).— Bosnia merid. or. In antro prope »Banja stijena«; rarissime« (ex APFELBECK, l. c.)

Die darauf folgende cyrillische Beschreibung ist im wesentlichen eine Übersetzung der lateinischen Diagnose.

Nach den in der Originalbeschreibung angegebenen Unterschieden halte ich es nicht für ausgeschlossen, daß *Trechus Kautianus* bloß eine Rasse des *Winneguthi* darstellt. (Vgl. Nachtrag p. 86 [96]).

12. **Trechus (Duvalius) maglajensis** Apfelbeck. Glasnik zemaljskog Muzeja u Bosni i Hercegovini, XX, 1908, 415.

Heller oder dunkler rötlichbraun, glänzend. Der Kopf schmäler als der Halsschild, mit mäßig vorgewölbten Schläfen. Die Fühler fast bis zur Mitte der Flügeldecken reichend, die beiden vorletzten Glieder etwa zweieinhalbmal so lang als breit. Der Halsschild herzförmig, etwas breiter als lang, im vorderen Drittel, an der Ursprungsstelle der vorderen Marginalseta am breitesten und daselbst fast winkelig erweitert, von

---

[1] Nach APFELBECK (Wien. ent. Zeitg., 1907, 318) finden sich mitunter auch auf den übrigen Zwischenräumen der Flügeldecken vereinzelte Borstenpunkte.

[2] Nach APFELBECK (Glasnik etc., p. 305) beträgt die Länge 5 *mm*, nach der Beschreibung in der Wien. ent. Zeitg., p. 318, wird sie mit 5 bis 5·2 *mm* angegeben.

da an nach hinten zunächst in schwacher Rundung, dann geradlinig verengt, die Hinterecken ziemlich groß, etwas spitzwinkelig. Die Flügeldecken länglich oval, hinter der Mitte am breitesten, mit sehr breit abgerundeter Spitze, nach vorne mäßig, fast geradlinig verengt, mit deutlich markierten, wenn auch konvex verrundeten Schultern und schwach abgeschrägtem, fast geradlinigem Basalrand, vollzählig gestreift, die äußeren Streifen allerdings stellenweise nur durch Punktreihen angedeutet, die inneren stark vertieft. Von den drei inneren im Verlaufe des dritten Streifens befindlichen Borstenpunkten liegt der erste nahe am Ende des basalen Viertels, der zweite etwas hinter der Mitte der Flügeldecken. An diesen beiden Punkten vereinigen sich der dritte und vierte Dorsalstreif der Flügeldecken. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens reicht etwa bis zum Niveau des Präapikalpunktes. — Länge: 4·7 bis 5 *mm*.

Mir lagen zwei von Hauptmann Matzenauer in einer Höhle bei Maglaj in Nord-Bosnien 1907 gesammelte ♀ ♀ (jetzt in der Wiener Musealsammlung) vor.

13. **Trechus (Duvalius) Novaki** J. Müller. Wien. entom. Zeitung, 1911, 1. — Subspec. **Giromettai** J. Müller. Wien. entom. Zeitung, 1912, 297.

Rötlichgelb, glänzend. Der Kopf ziemlich langgestreckt, erheblich schmäler als der Halsschild, mit schlanken, mehr als zwei Drittel der Körperlänge erreichenden Fühlern, ihr zweites Glied etwas kürzer als das verdickte erste, das vierte etwas kürzer als das dritte, dabei aber immer noch viel länger als das zweite, das neunte mindestens dreimal so lang als breit. Der Halsschild herzförmig, kaum breiter als lang, im vorderen Drittel in mäßiger Rundung erweitert, nach hinten gegen die etwas spitzen Hinterecken in fast gleichmäßiger Kurve verengt und davor nur kurz ausgeschweift. Die Flügeldecken flach gewölbt, länglich, an den Seiten schwach gerundet, in oder vor der Mitte am breitesten mit relativ breit abgesetztem Seitenrand; Basalrand der Schultern in schwach konvexer Kurve abgeschrägt, die Schulterecken selbst breit verrundet. Die Dorsalstreifen deutlich punktiert, innen mäßig tief, nach außen allmählich erloschen, der sechste und siebente fast spurlos verschwunden. Von den drei Borstenpunkten am dritten Streifen liegt der vordere knapp hinter dem basalen Fünftel, der mittlere etwa in der Mitte und der hintere (der Präapicalpunkt) im apicalen Achtel der Flügeldeckenlänge. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens gerade und deutlich über das Niveau des Präapicalpunktes nach vorne verlängert. — Länge: 4·5 bis 5·5 *mm*.

Subsp. **Giromettai** unterscheidet sich von der typischen Form durch bedeutendere Durchschnittsgröße, gestrecktere, nach hinten meist deutlicher verengte Flügeldecken sowie feinere und nach außen früher erlöschende Dorsalstreifen. — Länge: 5·3 bis 6 *mm*.

Verbreitung und Lebensweise. Die typische Form wurde vom Herrn Weinbaukommissär Peter Novak in einer kleinen Höhle bei Dugopolje (an der Bahnstrecke Spalato—Sinj) in Zentraldalmatien 1910 entdeckt und seither dort auch vom Herrn Arthur Schatzmayr in wenigen Exemplaren wieder aufgefunden.

Die Rasse *Giromettai* findet sich in prägnanter Ausbildung in einigen Schachthöhlen bei Labin (Bahnstrecke Spalato—Sebenico) in Zentral-Dalmatien und zwar vor allem in der sogenannten »Velika Zečica« und »Mala Zečica«, wo sie zunächst von Professor H. Girometta, später auch von Peter Novak und mir, im Schutt am Grunde der Schächte gesammelt wurde (Mai 1912 und Juli 1912).

Weniger prägnante Exemplare dieser Rasse, beziehungsweise Übergangsstücke zum typischen *Novaki* liegen mir aus folgenden zentraldalmatinischen Höhlen vor: Jama na krstači bei Prgomet (Girometta Juni 1912 und Novak Juli 1912); Jama na docu bei Prgomet (Girometta Mai 1912); Bunarina bei Lečevica (Girometta, April 1912 und August 1912); Jama na kuku zwischen Radošić und Lečevica (Novak und Girometta August 1912); Labišnica bei Labin (Girometta September 1912); Slipačka peč bei Dugopolje (Martinčić August 1912).

Anmerkung. *Trechus Novaki* ist mit *Netolitzkyi* nahe verwandt, unterscheidet sich aber von diesem durch den schlankeren, hinten nicht backenartig erweiterten Kopf, den weniger herzförmigen, an den Seiten vor der Mitte viel schwächer gerundeten, nach hinten weniger verengten und daher an der Basis

breiteren Halsschild, stärker vorgezogene und in breiterem Bogen verrundete Schultern und flachere, an der Basis deutlich eingedrückte Flügeldecken mit breiter abgesetztem Seitenrand.

Da sich diese Unterschiede, trotz der sonstigen Variabilität des *Trechus Novaki* bezüglich seiner Größe und Flügeldeckenstreifung, bisher als konstant erwiesen und noch keine ausgesprochenen Übergänge zu *Netolitzkyi* bekannt sind, halte ich nunmehr den *Trechus Novaki* für eine eigene Art. Damit ist natürlich nicht ausgeschlossen, daß spätere eventuelle Funde in neuen Grotten vielleicht doch noch Übergangsformen zwischen diesen beiden Trechen ergeben könnten. So lange jedoch dies nicht der Fall ist, muß, in Anbetracht der nicht unbedeutenden morphologischen Differenzen, an der spezifischen Verschiedenheit von *Tr. Novaki* und *Netolitzkyi* festgehalten werden.

14. **Trechus (Duvalius) Netolitzkyi** J. Müller. Wien. entom. Zeitung, 1908, 223.

Rötlichgelb, glänzend. Der Kopf etwas schmäler als der Halsschild mit deutlich backenartig erweiterten Schläfen. Die Fühler fast zwei Drittel so lang als der Körper, das zweite Glied etwas kürzer als das erste, das dritte fast anderthalbmal so lang als das zweite, das vierte kürzer als das dritte aber länger als das zweite, das neunte etwa dreimal so lang als breit. Der Halsschild stark herzförmig, kaum breiter als lang, im vorderen Drittel ziemlich stark gerundet erweitert, gegen die ziemlich scharf abgesetzten, spitzen Hinterecken in sehr schwacher Kurve oder fast geradlinig, ziemlich stark verengt. Die Flügeldecken etwas stärker als bei der vorhergehenden Art gewölbt, in oder hinter der Mitte am breitesten, von hier aus nach vorne stärker als bei *Novaki* verengt und daher an den Schultern relativ schmäler, die Schulterecken der Anlage nach stumpfwinklig, aber breit verrundet, der Basalrand der Schultern fast geradlinig und ziemlich stark abgeschrägt. Die Dorsalstreifen innen deutlich vertieft, nach außen allmählig schwächer werdend, der fünfte sehr fein, der sechste höchstens vorne durch eine obsolete Punktreihe angedeutet, der siebente spurlos erloschen. Der erste borstentragende Punkt am dritten Dorsalstreifen liegt am Ende des basalen Fünftels oder knapp dahinter, der zweite in oder etwas hinter der Mitte, der dritte etwa im apicalen Achtel der Flügeldeckenlänge. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens ein wenig über das Niveau des Präapicalpunktes der Flügeldecken nach vorne verlängert. Die Basalpartie der Flügeldecken um das Schildchen herum weniger deutlich als bei *Novaki* eingedrückt, der Seitenrand der Flügeldecken schmäler abgesetzt. — Länge: 5 bis 5·3 *mm.*

Verbreitung und Lebensweise. Diese Art wurde 1908 in einer hochgelegenen Höhle am Nordabhang des Mosorgebirges (Zentral-Dalmatien), oberhalb Kotlenice, zusammen mit *Trechus dalmatinus* entdeckt. Später wurde sie auch in anderen Höhlen und Schluchten des Mosorgebirges aufgefunden, und zwar: in der Snježnica unter dem Ljubljan östlich vom Mosorkamm (Novak und Schatzmayr, Juli 1911, unter Steinen, nicht selten); Jama na Osovo (Schatzmayr 14. Juli 1911); Jama pod Andrinim guvnom oberhalb Gata (J. Müller, Juli 1911, selten); Dana pečina, am Mosorplateau oberhalb Kotlenice, in schwarzer, lehmiger Erde zusammen mit vielen *Trechus dalmatinus* 1 Exemplar (Novak, 16. Juli 1910).

Anmerkung. *Trechus Netolitzkyi* ist einer der wenigen blinden Trechen, die einen noch jetzt lebenden, mit Augen versehenen, oberirdischen Verwandten besitzen. Als solchen betrachte ich den von A. Hoffmann 1911 in einer Schneespalte des Biokovogebirges (südliche Fortsetzung des Mosorgebirges) entdeckten *Trechus biokovensis* Holdh.[1] Dieser unterscheidet sich von *T. Netolitzkyi* durch dunklere Färbung, deutliche, schwarz pigmentierte, wenn auch relativ kleine Augen, etwas kleinere, weniger spitzige Hinterecken des Halsschildes, breitere und flachere, hinter der Mitte stärker erweiterte, innen kräftiger gestreifte Flügeldecken und deutlicher stumpfeckig vortretende Schultern.

Daß sich eine mit Augen versehene, der Stammform des *Trechus Netolitzkyi* jedenfalls nahe verwandte Art gerade im Biokovo-Gebirge erhalten konnte, schreibe ich den ausgedehnten Buchenwaldbeständen

[1] Dr. Karl HOLDHAUS: Ein neuer Trechus aus Dalmatien. (Entom. Blätter, 1911, 165.)

und den zahlreichen bis in den Sommer hinein mit Schnee gefüllten, feuchten Dolinen dieses Gebirges zu. Im kahlen, niedrigeren und daher wärmeren Mosor-Gebirge, wo die Buchenwälder und schattigen Schluchten nunmehr gänzlich fehlen, hat sich die betreffende, freilebende Urform in die Höhlen geflüchtet, wo sie unter Verlust der Augen und nach anderen relativ geringfügigen Modifikationen zum *Trechus Netolitzkyi* geworden ist.

15. **Trechus (Duvalius) lucidus** J. Müller. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Klasse, Bd. CXII, Abt. I, 1903, 876.

Stark glänzend, rötlichgelb, mit etwas dunklerem Vorderkörper. Der Kopf nur wenig schmäler als der Halsschild, mit schwach backenartig erweiterten Schläfen. Die Fühler die Mitte des Körpers deutlich überragend, ihr zweites Glied etwas kürzer als das erste, das dritte fast anderthalbmal so lang als das zweite, das vierte etwas kürzer als das dritte, das neunte etwa zweiundeinhalbmal so lang als breit. Der Halsschild herzförmig, kaum breiter als lang, im vorderen Drittel am breitesten und gleichmäßig gerundet, nach hinten bis zu den ziemlich scharf abgesetzten, spitzen Hinterecken ziemlich stark verengt. Die Flügeldecken fast regelmäßig elliptisch, mehr als anderthalbmal so lang als zusammengenommen breit, mit flach verrundeten, wenig vortretenden Schultern. Bloß die drei inneren Dorsalstreifen deutlich, aber auch diese ziemlich fein, der vierte sehr undeutlich, die übrigen vollkommen erloschen. Am dritten Streifen befinden sich drei borstentragende Punkte, von denen der erste noch im basalen Fünftel, der zweite knapp hinter der Mitte und der dritte im apicalen Fünftel der Flügeldeckenlänge liegt. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens überragt ein wenig den Präapicalpunkt nach vorn, ohne umzubiegen oder sich mit diesem zu verbinden. — Länge: 4 bis 4·3 *mm.*

Diese Art ist nur mit *Trechus Netolitzkyi* und *Novaki* verwandt und von diesem durch die in der Tabelle angegebenen Merkmale leicht zu unterscheiden.

Vorkommen und Lebensweise. *Trechus lucidus* ist die einzige bisher bekannte insulare blinde Art aus dem adriatischen Inselgebiet. Er wurde im August 1903 in der Bazgova jama [1] auf der Insel Brazza von Dr. H. Krauss, Dr. K. A. Penecke und mir entdeckt und auf dem lehmigen Boden unter Steinen und Brettern in wenigen Exemplaren gesammelt.

16. **Trechus (Duvalius) Krüperi** Schaum. Berl. entom. Zeitschr., VI, 1862, 111; Apfelbeck, Käf. Balk., I, 1904, 139.

Rötlichgelb, glänzend. Kopf etwas schmäler als der Halsschild. Die Fühler lang, wenig kürzer als der Körper; das erste verdickte Glied etwa anderthalbmal so lang als das zweite, dieses fast nur halb so lang als das dritte, das vierte sehr wenig kürzer als das dritte; das neunte Glied mindestens viermal so lang als breit. Der Halsschild breiter als lang, hinter dem apicalen Fünftel, an der Ursprungsstelle der vorderen Marginalseta am breitesten, daselbst bisweilen fast winkelig erweitert, von da an gegen die lappenförmig vortretenden Vorderecken schwach gerundet verengt, der aufgebogene Seitenrand von der vorderen Marginalseta gegen die Vorderecken allmählich breiter abgesetzt, nach hinten in schwacher Rundung oder fast geradlinig verengt, vor den etwas spitz nach außen vorspringenden, mäßig großen Hinterecken deutlich ausgebuchtet. Die Flügeldecken länglich, viel breiter als der Halsschild, hinter der Mitte am breitesten, vollzählig gestreift, die äußeren Streifen fein. Von den drei im Verlaufe des dritten Dorsalstreifens befindlichen Borstenpunkten ist der erste fast am Ende des basalen Viertels, der zweite etwa in der Mitte, der dritte im apicalen Sechstel oder Siebentel der Flügeldeckenlänge gelegen. Der Basalrand der Schultern in deutlich konvexer Rundung abgeschrägt, die Schultern selbst deutlich vortretend, wenn auch ziemlich breit verrundet. Die Beine ziemlich lang; das über die Körperseiten hinausragende Stück der quer zur Medianlinie des Körpers gestellten Hinterschenkel ist länger als eine Flügeldecke daselbst breit. — Länge: 5·5 bis 6·5 *mm.*

[1] Nicht »Bazdovača jama«, wie in der Originalbeschreibung irrtümlich angegeben wurde. (Nach freundlicher Mitteilung des Herrn P. NOVAK in Spalato.)

Verbreitung. Höhlen des Parnass (Griechenland). Von Dr. Theobald Krüper entdeckt und später namentlich von Leonis in Anzahl gesammelt.

2. Untergattung: **Neoduvalius** J. Müller 1913.

Typus: *Trechus* (*Neoduvalius*) *Reitteri* L. Mill.

Allgemeine Merkmale. Kopf mit hinten verkürzten Stirnfurchen und zwei Supraorbitalborsten.

Halsschild quer, herzförmig, mit deutlich abgesetzten Seitenrändern und schräg nach innen und unten gerichteten Epipleuren. Die vordere und hintere Marginalseta normal entwickelt.[1]

Flügeldecken mit stark konvexem, nicht abgeschrägtem Schulterrand. Der erste Punkt der Series umbilicata vom Seitenrande nicht weiter entfernt als der zweite; der vierte vom dritten nicht weiter abgerückt als der dritte vom zweiten.

An den männlichen Vordertarsen die zwei ersten Glieder erweitert und am inneren Apicalwinkel zahnförmig vortretend.

Mittelgroße und große Arten mit mäßig langen Beinen und Fühlern.

Geographische Verbreitung. Zu dieser Untergattung gehören einige eng verwandte Arten aus der Lika und Bosnien.

Bestimmungstabelle der Arten.[2]

1. Die Stirnfurchen reichen bis zum hinteren Supraorbitalpunkt. Die Schläfen nicht backenartig erweitert . . . . . 17. **Reiseri** Ganglb.

— Die Stirnfurchen enden bereits vor dem hinteren Supraorbitalpunkt. Die Schläfen mehr oder weniger deutlich backenartig erweitert 2

2. Kleinere Arten von 4 bis 5 *mm* Länge 3

— Größere Arten von 7 bis 8 *mm* Länge 4

3. Schultern sehr stark vortretend, fast rechtwinkelig, an der Spitze verrundet. Halsschild nach hinten fast geradlinig verengt, die schwach spitzwinkeligen, ein wenig nach außen vortretenden Hinterecken äußerst klein. Länge: 5 *mm*. — Vran planina (Süd-Bosnien) . . . . . 18. **vranensis** Breit.

— Schultern weniger stark vortretend, breiter abgerundet. Halsschild schmäler, vor den Hinterecken ausgeschweift, diese groß, viel länger abgesetzt, scharf spitzwinkelig und nach außen gerichtet. Länge: 4·3 bis 5 *mm* — Lika beziehungsweise Bosnien . .19. **Reitteri** Mill. und 20. **Styx** Apfb.

4. Schmälere Art aus der Lika (Kroatien) mit mehr eckig vortretenden, weniger verrundeten Schultern, schmäleren, vollzählig gestreiften Flügeldecken und bis zu den kleinen, kurz abgesetzten Hinterecken fast geradlinig verengten Halsschildseiten. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens reicht etwa bis zum Niveau des borstentragenden Präapicalpunktes der Flügeldecken. Vor diesem befinden sich im dritten Zwischenraume noch zwei weitere Borstenpunkte. Kopf breiter, mit stark backenartig erweiterten Schläfen, kaum schmäler als der Halsschild. Länge: 7 *mm* . 21. **Eurydice** Schauf.

— Breitere Arten aus Bosnien mit breiteren Flügeldecken, stärker verrundeten Schultern und vor den länger abgesetzten Hinterecken deutlich ausgeschweift-verengten Halsschildseiten. Kopf schlanker, schmäler als der Halsschild 5

5. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens erreicht das Niveau des Präapicalpunktes der Flügeldecken; vor diesem befinden sich im dritten Zwischenraum noch drei weitere Punkte. Die äußeren Flügeldeckenstreifen fast erloschen. Der Halsschild nach hinten weniger stark verengt, mit breiterer Basis, vor den Hinterecken schwächer ausgeschweift, letztere scharf rechtwinkelig. Der Vorderrand des

---

[1] Ob auch bei *Trechus Reiseri* und *Styx*?

[2] Über den während des Druckes beschriebenen **Trechus Langhofferi** Csiki vgl. die Nachträge, p. 86 [96].

Halsschildes seicht ausgerandet, die Vorderecken nicht deutlich vortretend. Länge: 7·5 bis 8 *mm*. — Dinarische Alpen (Nordwest-Bosnien) . . . . . 22. **Schatzmayri** J. Müll.

— Das umgebogene Ende des Nahtstreifens erreicht nicht das Niveau des Präapicalpunktes der Flügeldecken; vor diesem befinden sich im dritten Zwischenraume noch zwei borstentragende Punkte. Die äußeren Flügeldeckenstreifen noch deutlich erkennbar. Der Halsschild nach hinten viel stärker verengt, vor den Hinterecken stärker ausgeschweift, letztere spitz. Der Halsschildvorderrand tiefer ausgeschnitten, die Vorderecken spitz vortretend. Länge: 7 bis 7·5 *mm* . . . 23. **Neumanni** J. Müll.

---

17. **Trechus (Neoduvalius) Reiseri** Ganglbauer. Wien. entom. Zeitung, 1891, 126; und Käfer von Mitteleur., I, 1892, 212; Apfelbeck, Käf. Balk., I, 1904, 147.

Rotgelb. Der Kopf wenig schmäler als der Halsschild, länger als breit, mit schwach angedeuteten Augen und nach hinten nicht erweiterten Schläfen. Die Stirnfurchen lang und tief, ziemlich parallel, nach hinten nur mäßig divergierend und bis zum hinteren Supraorbitalpunkt reichend. Der Halsschild nicht breiter als lang, im vorderen Viertel am breitesten, gerundet-erweitert, nach hinten verengt und vor der Basis lang und seicht ausgebuchtet; die Hinterecken klein, spitzig und nach außen vortretend; der Vorderrand bogenförmig ausgerandet, die Basis fast gerade abgeschnitten und nicht schmäler als der Vorderrand. Der Seitenrand des Halsschildes schmal aufgebogen, die Scheibe mäßig gewölbt, vor der Basis mit einem tiefen Quereindruck und feinen Längsfältchen; die Basaleindrücke klein und tief. Die Flügeldecken länglich, hinter der Mitte mehr als doppelt so breit als der Halsschild, mit winkelig vorspringenden, am Ende verrundeten Schultern und schwach abgeschrägtem Basalrand; die Fläche der Flügeldecken ziemlich konvex, hinter der Basis und längs der Naht eingedrückt, mit ziemlich tiefen, weitläufig punktierten inneren Dorsalstreifen, diese, mit Ausnahme des Nahtstreifens, gegen die Spitze allmählich schwächer, der siebente Streifen nicht angedeutet, der dritte mit drei borstentragenden Punkten. Länge: 4·8 *mm*.

Der Halsschild ist ähnlich gestaltet wie bei *Trechus Redtenbacheri* Friv., aber schmäler und länger, vorn weniger erweitert, nach hinten mehr allmählich verengt. Die Flügeldecken sind länger und gestreckter als bei *Tr. Eurydice* Schauf., gegen die Basis mehr abgeschrägt, ihre Schultern treten stärker winkelig hervor, die Scheibe ist gewölbter, hinter der Basis und längs der Naht eingedrückt, die Streifen sind weitläufiger punktiert und gegen die Seiten und, mit Ausnahme des ersten, auch gegen die Spitze erloschen.

Ein Exemplar dieser Art fand Herr Viktor Apfelbeck in der Brateljevička pećina bei Kladanj, nordöstlich von Sarajevo in Bosnien (ex GANGLBAUER, Wien. entom. Zeitg. 1891, 126).

Nach einer freundlichen Mitteilung des Herrn Direktors Otto Leonhard ist das einzige, nunmehr in Verlust geratene Originalexemplar im Geröll vor dem Eingang der Brateljevička pećina im Spätherbst gefangen worden. Spätere durch Leonhard veranlaßte Nachforschungen am Originalfundort blieben erfolglos.

18. **Trechus (Neoduvalius) vranensis** Breit. Münch. Koleopt. Zeitschr. II, 1904, 28.

Kleiner als *Trechus Eurydice* und größer als *Reitteri*, von allen *Typhloduvalius*-Arten durch die sehr stark markierten, fast rechtwinkeligen und nur an der Spitze verrundeten Schultern differierend. Die Fühler mäßig lang, das zweite Glied fast nur ein Drittel kürzer als das erste, das dritte erheblich länger als das zweite und deutlich länger als das vierte, das zehnte Glied von der Breitseite betrachtet etwa doppelt so lang als breit. Halsschild quer, im vorderen Drittel gleichmäßig gerundet erweitert, hinter der Mitte bis gegen die kleinen, etwas spitz vortretenden Hinterecken geradlinig verengt und nur unmittelbar vor denselben mit einer kleinen, seichten Ausbuchtung; die Vorderecken des Halsschildes deutlich lappenförmig vorgezogen. Flügeldecken länglich, hinter der Mitte am breitesten und daselbst schwach gerundet, von da an gegen die Schultern geradlinig verengt, vollzählig gestreift, die äußeren Streifen fein. Der erste Borstenpunkt im Verlaufe des dritten Streifens befindet sich knapp hinter dem basalen Fünftel, der zweite in der Mitte, der dritte

etwa zu Beginn des apicalen Siebentels der Flügeldeckenlänge, vor dem Niveau des umgebogenen Nahtendes. Die vier ersten Punkte der Series umbilicata mit dem Seitenrande nach hinten deutlich divergierend. Länge: 5 *mm*.

Vorkommen. Höhle der Vran planina (Bachofen 1904). Mir lag zur Beschreibung eine der Breit'schen Typen aus der Sammlung des Wiener Hofmuseums vor.

19. **Trechus (Neoduvalius) Reitteri** Miller. Verh. zool. bot. Gesellsch. Wien, XXX, 1880, 203; Ganglbauer, Käf. v. Mitteleur., I, 1892, 212; Apfelbeck, Käf. Balk., I, 1904, 147; *Acherontius* Schaufuss, Ann. Soc. ent. France, 1881, Bull. LXXXVI.

Rötlichgelb oder rotbraun, glänzend. Der Kopf etwas schmäler als der Halsschild. Die Fühler mäßig lang, das zehnte Glied etwa doppelt so lang als breit. Der Halsschild weniger quer als bei *Trechus vranensis*, im vorderen Drittel gleichmäßig, bald stärker, bald schwächer gerundet erweitert, die Hinterecken ziemlich lang abgesetzt, etwas spitzwinklig; die Vorderecken nicht deutlich lappenförmig vortretend, der Seitenrand namentlich innerhalb der Vorderecken, viel schmäler abgesetzt als bei *vranensis* und *Eurydice*. Flügeldecken etwas hinter der Mitte am breitesten, daselbst weniger erweitert als bei *vranensis* und nur sehr schwach gerundet, vollzählig gestreift, die äußersten Punktstreifen fein und oft nicht deutlich vertieft. Von den drei am dritten Streifen befindlichen Punkten liegt der erste knapp hinter dem basalen Fünftel, der zweite etwas vor der Mitte, der dritte im apicalen Siebentel der Flügeldeckenlänge. — Länge: 4 bis 4·6 *mm*.

Verbreitung und Lebensweise. Diese Art wurde von E. Reitter im Juni 1879 im vordersten Teil der Grotte bei Mogorice in der Lika entdeckt. Weitere Exemplare von Perušić in der Lika sah ich in der Sammlung des Herrn F. Tax (Graz). Ein Exemplar, das mit den Likaner Stücken genau übereinstimmt, fand Herr Ingenieur H. F. Neumann in der Höhle auf der Prjeka glavica bei Drvar in Nordwest-Bosnien (1911). A. Winkler sammelte diese Art im Freien, unter Steinen, und zwar in der Waldregion des Senjsko Bilo und der Plješevica bei Zengg, in 900 bis 1300 *m* Höhe.

20. **Trechus (Neoduvalius) Styx** Apfb. Käferfauna Balkanhalbinsel, 1904, 139.

»Dem *Trechus Reitteri* Mill. sehr nahe stehend und ähnlich, von demselben durch etwas schmäleren, gleichmäßiger ovalen, gegen die Fühlereinlenkung schwächer verengten Kopf, schwächer backenartig nach hinten erweiterte, in den Hals allmählicher verlaufende Schläfen, seichtere, weniger scharf begrenzte, schwächer gekrümmte Stirnfurchen, zur Basis etwas weniger und allmählicher verengten Halsschild, fast rechtwinkelige, undeutlicher abgesetzte und kaum nach außen vorspringende Hinterecken, etwas stärker verrundete Schultern der gleichmäßiger flach gewölbten, oben nicht niedergedrückten Flügeldecken differierend. Die Stirnfurchen wie bei *Trechus Reitteri* nach hinten verkürzt, den hinteren Supraorbitalpunkt nicht erreichend. — Länge: 4·5 *mm*« (ex APFELBECK, l. c.).

Fundort: Eine größere Höhle bei Vacar Vakuf (Zentral-Bosnien).

Mir ist diese Art nicht vorgelegen. Nach der obigen Beschreibung halte ich es nicht für ausgeschlossen, daß es sich um eine Rasse des *Tr. Reitteri* handeln könnte.

21. **Trechus (Neoduvalius) Eurydice** Schauf. Annal. Soc. ent. France, 1881, Bul. LXXXVI; Ganglbauer, Käf. v. Mitteleur., I, 1892, 212; Apfelbeck, Käf. Balk., I, 1904, 147.

Gesättigt rötlichgelb, glänzend. Der Kopf groß, an den backenartig erweiterten Schläfen fast so breit als der Halsschild. Die Fühler etwa bis zur Mitte der Flügeldecken nach hinten reichend, das zweite Glied deutlich kürzer als das erste, das dritte gut anderthalbmal so lang als das zweite und einundeindrittel so lang als das vierte, das zehnte Glied mindestens dreimal so lang als breit. Der Halsschild herzförmig, erheblich

breiter als lang, etwa an der Basis des apicalen Viertels am breitesten, von da an gegen die lappenförmig vortretenden Vorderecken und zunächst auch nach hinten in sanfter Rundung verengt; hinter der Mitte konvergieren die Seitenränder des Halsschildes geradlinig gegen die ziemlich kleinen, scharf rechtwinkligen oder etwas spitz vortretenden, durch eine leichte Ausbuchtung abgesetzten Hinterecken. Die Flügeldecken länglich, hinter der Mitte am breitesten und daselbst sehr flach gerundet, von da an gegen die ziemlich stark vortretenden, wenn auch abgerundeten Schultern sehr schwach und fast geradlinig verengt, vollzählig

Fig. 1.

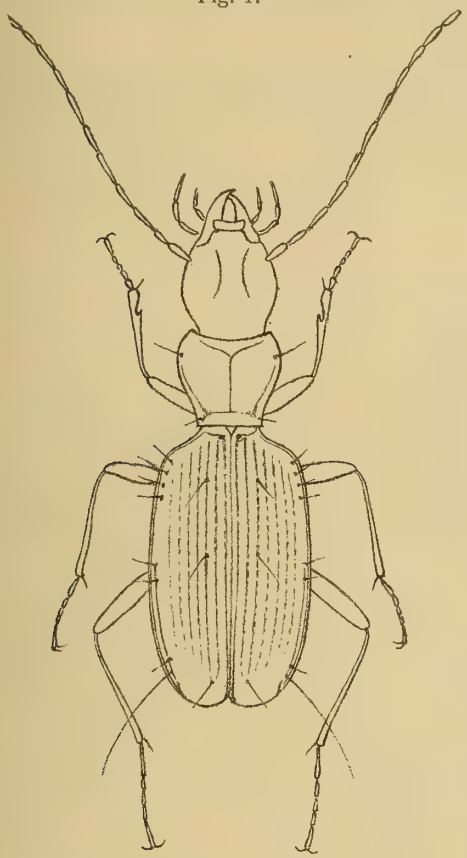


Fig. 2.

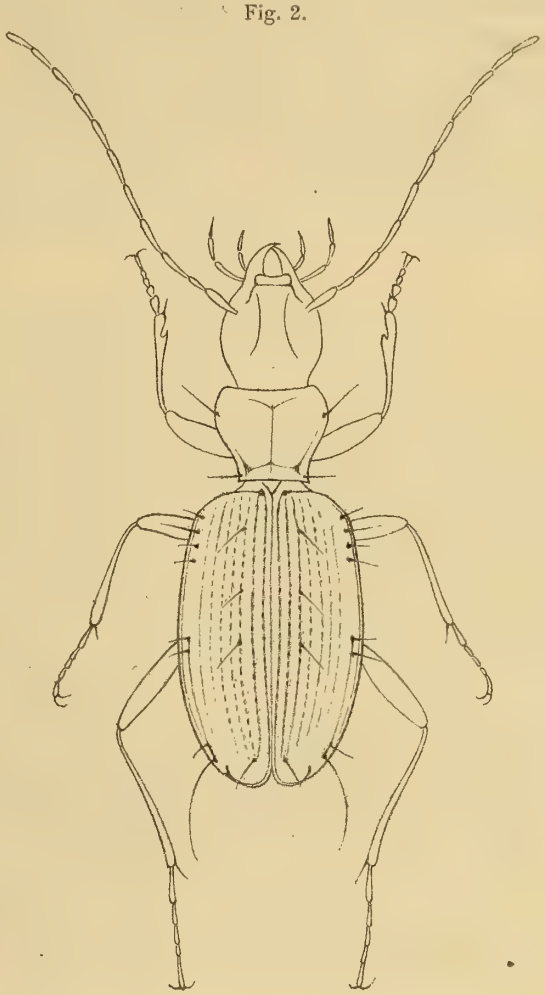


Fig. 1. *Trechus (Neoduvalius) Eurydice* Schauf. (Originalzeichnung des Verfassers. — Vergr. etwa 10 mal).
Fig. 2. *Trechus (Neoduvalius) Schatzmayri* J. Müller. (Originalzeichnung des Verfassers. — Vergr. etwa 10 mal).

gestreift, am dritten Streifen mit drei borstentragenden Punkten, davon der erste etwa am Ende des basalen Fünftels, der zweite etwa in der Mitte, der dritte weit gegen die Flügeldeckenspitze verschoben und vom zweiten weiter entfernt als dieser vom ersten. — Länge: 7 *mm*.

Verbreitung. Diese Art wurde aus Grotten im kroatischen Küstengebiet (Lika) beschrieben. Eine nähere Fundortsbezeichnung war auch bei den von mir untersuchten kroatischen Stücken (leg. Dobiasch, jetzt im Wiener Hofmuseum) nicht vorhanden. Nur zwei im Wiener Hofmuseum befindliche Stücke haben eine genauere Fundortsangabe: Sanskimost (Pfeiffer).—Vgl. auch die Nachträge, p. 86 [96].

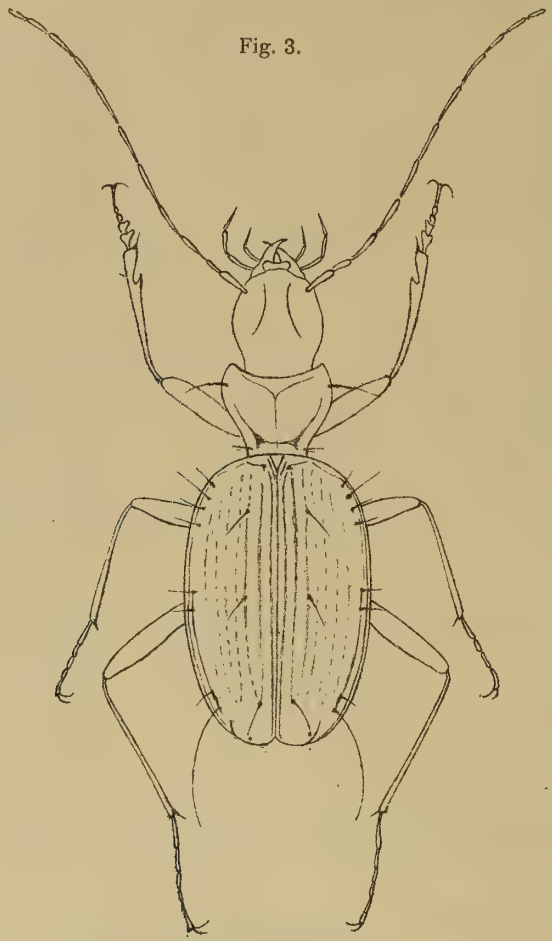
22. **Trechus (Neoduvalius) Schatzmayri** J. Müll. Wien. entom. Zeitung, 1912, 297.

Glänzend rötlichgelb, mit etwas dunklerem Kopf und Halsschild. Der Kopf ebenso breit als der Halsschild. Dieser quer herzförmig, im vorderen Drittel ziemlich stark gerundet erweitert, nach hinten ausgeschweift verengt, mit großen, lang abgesetzten, scharf rechtwinkligen oder etwas spitzen, jedoch seitlich nicht vortretenden Hinterecken, der Vorderrand und die Basis mäßig stark ausgerandet. Die Flügeldecken

länglich, in ihrer größten Breite hinter der Mitte etwa doppelt so breit als der Halsschild, mit stumpf vortretenden, jedoch an der Spitze selbst ziemlich stark verrundeten Schultern; die Punktstreifen gegen die Naht zu stark vertieft, nach außen jedoch fast vollkommen erloschen; am dritten Streifen befinden sich vier borstentragende Punkte, von denen sich der letzte (der »Präapicalpunkt«) im Niveau des kurzen umgebogenen Nahtstreifens befindet. Der erste Punkt der Series umbilicata nicht weiter vom Seitenrande entfernt als die drei darauf folgenden Punkte. Die Beine und Fühler ziemlich lang, letztere etwa drei Viertel der Körperlänge erreichend. Beim ♂ die zwei ersten Glieder der Vordertarsen schwach erweitert und innen dornförmig ausgezogen. — Länge: 7·5 bis 8 *mm.*

Mit *Trechus Eurydice* aus der Lika zunächst verwandt, jedoch von ihm durch noch größeren, breiteren Körperbau, stärker queren Halsschild mit großen, lang abgesetzten Hinterecken, etwas breitere, seitlich stärker gerundete Flügeldecken und fast erloschene äußere Streifen derselben sowie durch das Vorhanden-

Fig. 3.



Trechus (Neoduvalius) Neumanni J. Müller. (Originalzeichnung des Verfassers. — Vergr. etwa 10 mal.)

sein von vier borstentragenden Punkten im Verlaufe des dritten Streifens differierend. Durch das letztgenannte Merkmal auch von dem bei Petrovac vorkommenden *Trechus Neumani* zu unterscheiden, der übrigens von *Schatzmayri* auch durch den wesentlich stärker herzförmigen Halsschild, die breiter verrundeten Schultern, vor allem aber durch die Lage des Präapicalpunktes der Flügeldecken (vor dem umgebogenen Nahtende) wesentlich abweicht.

Vorkommen und Lebensweise. Diese Art wurde am 14. Juli 1912 von Artur Schatzmayr und mir in der Mračna pećina (Prolog-Gebirge, an der bosnisch-dalmatinischen Grenze) entdeckt. Wir fanden trotz eifrigen Suchens nur wenige Exemplare im mittleren Teil der Höhle, auf lehmigem Boden, unter Steinen, wo sie ziemlich rasch umherliefen. In derselben Höhle, unter Steinen, auch *Trechus dalmatin. dinaricus* und an den Wänden *Haplotropidius pubescens*, ziemlich häufig.

23. **Trechus (Neoduvalius) Neumanni** J. Müller. Wien. entom. Zeitung, 1911, 1.

Etwas größer und erheblich breiter als *Trechus Eurydice*. Der Kopf hinten weniger stark backenartig erweitert. Die Halsschildseiten vor der Mitte stärker gerundet erweitert, gegen die viel länger abgesetzten, scharf spitzigen Hinterecken stärker verengt und vor diesen ausgeschweift. Die Flügeldecken erheblich breiter als bei *Eurydice*, an den Schultern stärker verrundet, die Seitenränder weniger parallel, mehr eiförmig gerundet. Der borstentragende Präapicalpunkt der Flügeldecken vor dem kurzen, umgebogenen Ende des Nahtstreifens gelegen. Die Beine etwas schlanker als bei *Eurydice*. — Länge: 7 bis 7·5 *mm*.

Mit *Trechus Schatzmayri* zunächst verwandt, von diesem durch die oben (bei *Schatzmayri*) angegebenen Merkmale differierend.

Vorkommen. — Dragišica-Höhle bei Petrovac (Nordwest-Bosnien). Vom Herrn Ingenieur H. F. Neumann (Graz) 1910 in zwei Exemplaren entdeckt.

3. Untergattung **Typhlotrechus** J. Müller 1913.

Typus: *Trechus* (*Typhlotrechus*) *Bilimeki* Sturm.

Allgemeine Merkmale. Der Kopf schmäler als der Halsschild mit vollständigen, im hintersten Teil jedoch bisweilen nicht scharf eingeschnittenen Stirnfurchen. Der mittlere Stirnwulst hinten nicht durch einen Quereindruck begrenzt. Die Halseinschnürung bisweilen auch auf der Dorsalfläche des Kopfes angedeutet.

Die Fühler mäßig lang, das zweite Fühlerglied kaum kürzer als das erste, das dritte und vierte gleich lang.

Der Halsschild mit deutlich aufgebogenen Seitenrändern und schräg nach innen und unten gerichteten Epipleuren. Nur die vordere Marginalseta des Halsschildes vorhanden, diese stark entwickelt, die hintere vollkommen fehlend.

Die Flügeldecken mit mehr oder weniger abgeschrägtem Basalrand und breit und flach verrundeten Schultern. Der erste Punkt der Series umbilicata aus der Reihe der drei folgenden nach innen gerückt, vom Seitenrande weiter entfernt als der zweite Punkt, der mit den drei folgenden eine vom Seitenrande der Flügeldecken divergierende Reihe bildet.

An den männlichen Vordertarsen die zwei ersten Glieder erweitert.

Hieher gehören zwei glänzende und bis auf die normalen Tastborsten vollkommen kahle, glatte Arten aus dem krainisch-istrisch-kroatischen Karstgebiet.

Bestimmungstabelle der Arten.

1. Kleine Art von 4·7 bis 4·8 *mm* Länge, mit schwächer abgeschrägtem Schulterrande. Der zweite, dritte und vierte Punkt der Series umbilicata etwa gleichweit voneinander entfernt, eine mit dem Seitenrande der Flügeldecken nur mäßig divergierende Reihe bildend. Die Fühler gedrungener mit viel kürzeren Gliedern . . . . . 24. **velebiticus** Ganglb.

— Große Art von 6·5 bis 8 *mm* Länge, mit stark abgeschrägtem Schulterrande. Der vierte Punkt der Series umbilicata weiter nach hinten gerückt, vom dritten viel weiter entfernt als dieser vom zweiten und mit diesen beiden eine mit dem Seitenrande der Flügeldecken stärker divergierende Reihe bildend. Die Fühler viel schlanker . . . . . 25. **Bilimeki** Sturm.

---

24. **Trechus (Typhlotrechus) velebiticus** Ganglbauer. Münch. Kol. Zeitschr., II, 1904, 350.

Rötlichgelb, glänzend. Der Kopf sehr wenig schmäler als der Halsschild, mit backenartig erweiterten Schläfen. Das zweite Fühlerglied wenig kürzer als das erste, das dritte etwa einundeinviertel so lang als das

zweite und kaum länger als das vierte; die zwei vorletzten Glieder von der Breitseite betrachtet etwa zweiundeinhalbmal so lang als breit. Der Halsschild herzförmig, im vorderen Drittel etwas breiter als lang, vor den ziemlich kleinen, etwas spitz nach außen vortretenden Hinterecken ausgebuchtet. Die Flügeldecken oval, etwas hinter der Mitte am breitesten, fast vollzählig gestreift, mit schwach gewölbten inneren Zwischenräumen. Längs des dritten Streifens befinden sich drei Borstenpunkte, von denen der mittlere vor der Flügeldeckenmitte liegt. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens fast bis zum Niveau des präapicalen Borstenpunktes der Flügeldecken reichend. — Länge: 4·7 bis 5 *mm*.

Verbreitung. Die im Wiener Hofmuseum befindliche, von Herrn Oberrevidenten J. Breit herrührende Type stammt aus der Lika (Kroatien) ohne nähere Angabe. Der erste genauere Fundort wurde erst heuer durch Herrn A. Winkler (Wien) bekannt, der diese Art auf der Plješevica im Velebitgebirge (Juni 1912) in 1300 *m* Höhe sammelte und mir ein Exemplar zur Untersuchung vorlegte. Diese Art kommt dort im Walde, nur unter tief im Humus eingebetteten Steinblöcken vor und ist äußerst selten.

25. **Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki** Sturm. Deutschl. Ins. XIX, 114, XXI, t. 392, f. B.; Schaum, Natg. Ins. Deutschl., I, 1860, 659; Jacq. Duval, Gen. Col., I, t. 8, f. 37; Ganglbauer, Käf. v. Mitteleur., I, 1892, 216; *robustus* Motsch., Etud. ent., XI, 1862, 44; *oblongicollis* Joseph, Berl. ent. Zeitschr. 1870, 272. — Subsp. **tergestinus** J. Müller. Wiener entom. Zeitung, 1905, 32. — Subsp. **Hauckei** Ganglbauer. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Klasse, Bd. XC., 11 [21]. — Subsp. **Kiesenwetteri** Schaum. Berl. ent. Zeitschr., 1862, 419; Ganglbauer, Käf. Mitteleur., I, 1892, 217; Apfelbeck, Käferfauna Balk., I, 1904, 147; *rectangularis* Schauf., Ann. Soc. ent. France, X, 1882, 158. — Subsp. **Hacqueti** Sturm. Deutschl. Ins., XXII, 91, t. 408, f. *a, A*; Schaum, Natg. Ins. Deutschl., I, 1860, 659; Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 216. — Subsp. **ozaljensis** Bedel. Ann. Soc. entom. France, 1876, Bull. CXXIV; Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 217; *croaticus* Hampe, Berl. ent. Zeitschr., 1870, 332. — Subsp. **likanensis** Schauf. Ann. Soc. entom. France 1882, Bull. CXXV, Ganglb., Käf. Mitteleur. I, 1892, 217; *vexator* Schauf., Ann. Soc. ent. France, 1882, Bull. CXXVI.

Bräunlichgelb bis dunkel rotbraun, glänzend. Der Kopf bald gestreckter, bald gedrungener, doch stets schmäler als der Halsschild. Das zweite Fühlerglied kaum kürzer als das erste, das dritte deutlich länger als das zweite, jedoch nicht oder nur unwesentlich länger als das vierte, das neunte Glied etwa viermal so lang als breit. Der Halsschild sehr variabel. Die Flügeldecken entweder vollzählig gestreift, mit schwächeren äußeren Streifen oder es sind diese gänzlich erloschen. Längs des dritten Streifens befinden sich drei Borstenpunkte, von denen der mittlere hinter der Mitte der Flügeldecken gelegen ist. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens erreicht in der Regel nicht das Niveau des borstentragenden Präapicalpunktes. — Länge: 6·5 bis 8 *mm*.

Verbreitung und Lebensweise. *Trechus Bilimeki* ist wohl die häufigste blinde *Trechus*-Art in Krain, im Küstenlande, in der Lika und den angrenzenden Teilen Dalmatiens. Die Nordwestgrenze des Verbreitungsgebietes liegt im Karst von Opachiesela, nördlich von Monfalcone, die Südgrenze im Velebitgebirge.

Folgende biologische Angaben beziehen sich auf meine eigenen Beobachtungen an dem im Küstenlande häufigen *T. Bilimeki tergestinus*. Diese Rasse findet sich sowohl in großen als auch in kleinen Höhlen, in solchen von großer und in solchen von geringer Tiefe, und zwar unter Steinen an lehmig-feuchten Stellen. In kleinen Höhlen mit relativ trockenem Eingang ist dieser *Trechus* meist nur im Inneren, an bereits vollkommen dunklen Stellen zu finden. In großen Höhlen mit schachtartigem Eingang, wie zum Beispiel in der Grotta delle Torri bei Nabresina und in der Dimnice-Grotte bei Markovšina, lebt hingegen dieser *Trechus* fast ausschließlich in den oft ganz belichteten, lotrecht unter der Eingangsöffnung der Schächte befindlichen Schuttkegeln. Dieses Vorkommen beweist die ganz ausgesprochene Vorliebe von *T. Bilimeki tergestinus* für die kühlsten Stellen der Höhlen, unbekümmert um die Lichtverhältnisse. An diesen Stellen, unmittelbar unter dem Eingang tiefer Schächte herrscht nämlich infolge der größeren Verdunstung die tiefste Temperatur,

die, neben der Feuchtigkeit, entschieden einen größeren Einfluß auf das Vorkommen des *Tr. tergestinus* ausübt als das Vorhandensein oder Fehlen des Lichtes.

Was die Erscheinungszeit betrifft, so fand ich dieses Tier, selbst am Grunde der weiten, offenen Schächte, während des ganzen Jahres, selbst im Winter, ziemlich gleich häufig, ganz im Gegensatze zu einigen Höhlensilphiden (*Leptoderus Hohenwarti reticulatus* und *Bathyscia Khevenhülleri*), die im Winter in den meisten Höhlen entschieden seltener sind oder gänzlich fehlen.

Bezüglich der Nahrung kann ich mitteilen, daß dieses Tier in der Gefangenschaft Rindfleisch und Rindsleber gerne frißt. In den Höhlen selbst habe ich den *Trechus Bilimeki* noch nie fressend beobachtet. Vielleicht dienen ihm die im Höhlenlehm unter Steinen so häufigen Regenwürmer als Nahrung.

Variabilität. Die Variabilität dieses relativ weit verbreiteten und häufigen blinden *Trechus* ist derartig groß, daß sie in früheren Zeiten zur Aufstellung verschiedener Arten Veranlassung gegeben hat. GANGLBAUER (Münch. Koleopt. Zeitschr., II, 191, Fußnote) hat die spezifische Identität aller dieser sogenannten »Arten« richtig erkannt.

Die Unterscheidung dieser ehemaligen Arten, jetzt Rassen des *Tr. Bilimeki* ist bisweilen außerordentlich schwierig. Erstens wegen der bloß in kleinen Bezirken, oft sogar nur in wenigen Höhlen, prägnant ausgebildeten Rassenmerkmale und der in allen Zwischengebieten zahlreich vorhandenen Übergangsformen; noch mehr aber wegen der oft erstaunlichen individuellen Variabilität der aus einer und derselben Höhle stammenden Tiere.

Wollte man alle die lokal mehr oder weniger fixierten Formen des *Bilimeki* beschreiben und benennen, so würde sich ihre Zahl bedeutend vermehren. Ich werde mich jedoch im folgenden darauf beschränken, die Hauptrassen in ihrer prägnanten Ausbildung zu definieren und darauf die in den Zwischengebieten vorkommenden, mit den hier definierten Rassen nicht ganz übereinstimmenden Formen nur kurz anzuführen.

a) **Trechus Bilimeki Bilimeki** Sturm. Der Halsschild ebenso lang oder etwas länger als breit (*oblongicollis* Joseph), vor den kleinen, scharf rechtwinkeligen oder etwas spitz vortretenden Hinterecken meist schwach ausgeschweift. Die Flügeldecken ziemlich breit, mäßig gewölbt, relativ stark gestreift, mit etwas gewölbten Zwischenräumen, in der Mitte oder wenig weit davor am breitesten und von da an nach hinten nicht oder kaum stärker als zu den Schultern verengt, diese deutlich vortretend, wenn auch flach verrundet. — Länge 7 bis 8 *mm*.

Der echte *Bilimeki* ist aus der Seleer Grotte bei Gottschee beschrieben, woher mir ein Exemplar aus dem Wiener Hofmuseum vorliegt. Weitere Stücke wurden von Herrn Franz Tax in folgenden Grotten in der Umgebung von Gottschee gesammelt: Franziska-Grotte, Jagdloch, Schafloch, Dreibrüder-Grotte; ferner in der Konjšca-Grotte bei Gr. Laschitz und in der Skednenca-Grotte bei Rašica nächst Gr. Laschitz.

b) **Trechus Bilimeki tergestinus** J. Müll. Flügeldeckenform und -breite von jener des *Bilimeki* wenig verschieden, bisweilen (aber durchaus nicht immer) nach hinten etwas stärker verengt. Dagegen sind die Flügeldeckenstreifen, namentlich die beiden innersten, im allgemeinen seichter und die Zwischenräume eben. Vom vorderen Supraorbitalpunkt aus zieht eine schräg nach hinten gerichtete und sich mit den Stirnfurchen vereinigende Vertiefung, welche meist mit den Stirnfurchen so breit verschmilzt, daß diese an den entsprechenden Stellen (knapp hinter der Kopfmitte) tief dreieckig eingedrückt erscheinen. (Beim typischen *Bilimeki* ist diese vom vorderen Supraorbitalpunkt ausgehende Schrägfurche nicht oder nur schwach eingedrückt.) Der beste Unterschied gegenüber dem echten *Bilimeki* besteht aber in der Form des Halsschildes. Dieser ist bei *tergestinus* etwas kürzer und breiter, an den Seiten gleichmäßiger, bisweilen bis zu den Hinterecken schwach gerundet oder im hinteren Teil geradlinig (nicht ausgeschweift) verengt, die Hinterecken selbst sind stumpfwinkelig und nie zahnförmig vortretend. — Länge: 7 bis 8 *mm*.

Ich habe ursprünglich diese Rasse auf Exemplare aus der Grotta delle torri bei Slivno in der Umgebung von Nabresina aufgestellt. Ihr Verbreitungsgebiet erwies sich später als ziemlich ausgedehnt,

indem es den ganzen Triester Karst und einen großen Teil von Istrien umfaßt; es reicht im Westen bis zum Isonzo, im Osten bis in die Gegend von Jurdani bei Fiume, im Süden bis Lupoglava; nach Norden scheint es den Triester Karst nicht zu überschreiten.

Die einzelnen mir bekannten Höhlen, in denen diese Rasse bisher aufgefunden wurde, sind folgende:

Perhavčja jama bei Novavas (Karst nördlich von Monfalcone), sehr häufig (Dr. H. Springer), 1. Mai 1910).

Zajepleni dol bei Novavas, häufig (1. Mai 1910, J. Müller).

Grotta delle torri bei Slivno, nördlich von Nabresina, nicht selten (17. September 1895, G. A.. Perko. — 30. Jänner 1910, J. Müller. — 6. Februar 1910, K. Wolf. — 5. Februar 1911, J. Müller und K. Wolf. — 5. Jänner 1913, J. Müller, H. Springer und K. Wolf).

Schacht zwischen Zgonik und Gabrovica im Triester Karst, wenige Exemplare (13. März 1910, A. Schatzmayr und H. Springer).

Schacht bei Kozina im Triester Karst, nicht häufig (E. Pretner und H. Springer, 9. Februar 1913).

Grotte »Tri jamah« bei Materia in Nordistrien (G. A. Perko, 21. Oktober 1904).

Dimnice-Grotte bei Markovšina in Nordistrien. Meist sehr häufig (22. Oktober 1904, G. A. Perko.— 10. Oktober 1908, H. v. Krekich und C. de Mayer, sehr häufig. — 12. April 1909, V. Kuščer. — 29. Mai 1909, J. Müller. — 25. Februar 1911, K. Wolf, wenige Exemplare. — 10. März 1911, J. Müller und H. Springer, nicht häufig. — 27. September 1911, E. Pretner und A. Schatzmayr, in Anzahl. 13. Oktober 1912, E. Pretner). — In derselben Grotte auch *Trechus hirtus istrianus* Ganglb., *Oryotus Schmidti subdentatus* J. Müll. und *Leptoderus Hohenwarti reticulatus* J. Müll.

Medvedova jama bei Markovšina (30. Oktober 1904 und Anfangs Dezember 1904, G. A. Perko).

Höhle »Pod Morovcam« bei Markovšina (28. Oktober 1904, G. A. Perko).

Mačinove jame bei Markovšina (nach G. A. PERKO, Il Tourista, 1906, 60 bis 62).

Vidalova jama bei Obrov in Nordistrien (Ostern 1907, F. Mühlhofer, 1 Exemplar).

Grotte an der Straße Golac-Obrov in Nordistrien, wenige Exemplare (F. Blasig und J. Müller, 31. Mai 1909).

Polina peč bei Poljane in der Umgebung von Illyrisch Castelnuovo (10. Juni 1909, J. Müller und H. Springer. — 13. Oktober 1912, E. Pretner). — In derselben Höhle auch *Trechus Schmidti istriensis* J. Müll.

Pečina »na Padežu« bei Poljane in Nord-Istrien (10. Juni 1909, J. Müller und H. Springer).

Pečina pod stržen bei Poljane in Nordistrien (10. Juni 1909, J. Müller und H. Springer).

Jabučinov stržen in der Umgebung von Castelnuovo (30. Mai 1909, F. Blasig, H. v. Krekich und J. Müller). In dieser Höhle von J. Stussiner bereits im Juni 1879 in einem Exemplare aufgefunden und in seinen »Streifzügen durch Istrien« (Deutsche entom. Zeitschr., 1881, p. 89) als *Anophthalmus Bilimeki* var. angeführt. — In derselben Höhle kommt auch *Trechus Schmidti istriensis* J. Müll. vor.

Höhle von Račice bei Castelnuovo (30. Mai 1909, H. v. Krekich und J. Müller; nicht häufig Ebenda von J. STUSSINER bereits im Juni 1879 gesammelt und als *Anophthalmus Bilimeki* var. angeführt (Deutsche entom. Zeitschr., l. c.).

Jama »za glavice« in Nord-Istrien (13. April 1911, J. Müller).

Schacht in der Lokalität »Bliznice« bei Lupoglava, in Zentral-Istrien (1. November 1912, H. Springer, wenige Exemplare).

Höhle bei Jurdani in der Umgebung von Fiume (März 1907, F. Netolitzky. — H. F. Neumann, 1907. — März 1909, A. Schatzmayr).

Höhle bei Dolenje im Fiumaner Karst (2 Juni 1912, G. Depoli).

Dem *Bilimeki tergestinus* äußerst nahe stehend sind die beiden folgenden Rassen (*c* und *d*):

c) **Trechus Bilimeki Hauckei** Ganglb. — Die Halsschildform von jener des *tergestinus* meist nicht verschieden, jedoch die Flügeldecken die Maximalbreite weiter hinten, in oder häufig hinter der Mitte, erreichend, gegen die Spitze weniger verengt und daselbst breiter abgerundet, die Schultern im allgemeinen weniger stark abgeschrägt. Die Stirnfurchen meist nicht oder nur schwach dreieckig eingedrückt. — Länge: 7 bis 8 *mm.*

Die von mir untersuchten Exemplare stammen aus der Höhle von Luegg (Haucke) und der Graf Falkenhayn-Höhle bei Laze in der Gemeinde Planina (Haucke), ferner aus der Kreuzberghöhle bei Laas (Dr. Knirsch).

d) **Trechus Bilimeki Kiesenwetteri** Schaum. Die Halsschildform ähnlich wie bei *tergestinus*, nur ist die Basis jederseits häufig etwas abgeschrägt, so daß dann die Hinterecken noch stumpfer oder abgerundet erscheinen[1]. Der Kopf seitlich weniger deutlich backenartig erweitert und gleichmäßiger, flacher verrundet, in den Stirnfurchen meist nicht deutlich dreieckig eingedrückt. Die Flügeldecken im allgemeinen etwas kürzer und gewölbter und meist vor der Mitte am breitesten. Die Dorsalstreifen fein, die Zwischenräume eben. — Länge: 6·5 bis 7·5 *mm.*

Die mir vorgelegenen Exemplare stammen aus verschiedenen Grotten des Likanergebietes, so aus der Höhle von Studence (Padewieth 1891), Samograd (Dobiasch 1889), Perušić (Tax, loc. class.!) und Pazarište (Padewieth 1891).

e) **Trechus Bilimeki Hacqueti** Sturm. Die Flügeldecken erheblich schlanker als beim typischen *Bilimeki*, in oder hinter der Mitte am breitesten und von da an nach vorn viel stärker verengt als bei allen anderen vorher erwähnten Rassen, daher die Schultern weniger vortretend und breiter, flacher abgerundet. Der Halsschild etwas breiter als lang und vor den scharf rechtwinkligen Hinterecken deutlich ausgeschweift. Die Stirnfurchen hinter der Kopfmitte nicht deutlich dreieckig eingedrückt. — Länge: 6·5 bis 7 *mm.*

Die mir vorgelegenen Exemplare stammen aus der Velka Pasica bei Oberigg am Ostgehänge des Krimberges in Krain (Dr. H. Krauss, Juni 1896; v. Gspan, 15. November 1911), und aus einer Höhle bei St. Canzian in Krain (Sesek 1892, Wiener Hofmuseum).

f) **Trechus Bilimeki ozaljensis** Bedel. Dem *Hacqueti* recht ähnlich, jedoch die Flügeldecken von der Mitte gegen die Schultern schwächer verengt, diese daher mehr vortretend. Die größte Breite des Kopfes ist weiter nach hinten verschoben, die Schläfen im hinteren Teil weniger flach verrundet. Der Halsschild ähnlich wie bei *Hacqueti* vor den scharf rechtwinkligen oder etwas spitzen Hinterecken ausgeschweift, jedoch noch etwas kürzer und an der Basis breiter als bei den meisten *Hacqueti*-Exemplaren. Die Stirnfurchen einfach. — Länge: 6·5 bis 7·5 *mm.*

Vorkommen: Höhle von Ozalj an der Kulpa in Kroatien. Ich untersuchte zwei Exemplare aus dem Agramer Museum, jetzt im Wiener Hofmuseum, gesammelt am Originalfundort am 5. Juli 1909.

g) **Trechus Bilimeki likanensis** Schauf. — Dem *Hacqueti* ähnlich, namentlich durch die von der Mitte gegen die Schultern sehr deutlich verengten Flügeldecken, doch sind diese im allgemeinen breiter und der Kopf erheblich schmäler und schlanker, die Schläfen sehr flach verrundet. Die Stirnfurchen lang und meist einfach. Von *ozaljensis* durch die von der Mitte gegen die Schultern stärker verengten Flügeldecken, den schlankeren Halsschild und die hinten nicht deutlich backenartig vortretenden Schläfen verschieden. — Länge: 6 5 bis 7·5 *mm.*

Von SCHAUFUSS nach zahlreichen durch Dobiasch erhaltenen Stücken beschrieben. Als Fundort wird »Croatia, Dalmatia (contrée de Lika)« angegeben. Die meiner Beschreibung zugrunde gelegten Exemplare stammen aus dem Velebit-Gebirge (Paklenicatal), wo sie in großer Zahl, besonders durch Forstrat Gobanz gesammelt wurden.

---

[1] Exemplare mit stumpfen Hinterecken des Halsschildes wurden von SCHAUFUSS als var. *rectangularis* beschrieben. Der echte *Kiesenwetteri* soll abgerundete Hinterecken des Halsschildes besitzen. Ich bemerke aber, daß mir die Typen nicht vorgelegen sind.

SCHAUFUSS beschreibt nach einem Exemplar aus Dalmatien und drei Exemplaren aus Kroatien eine Varietät des *likanensis* mit nicht vorspringenden Hinterecken des Halsschildes (var. *vexator* Schauf.).

Bezüglich des während des Druckes beschriebenen **Trechus Bilimeki Procháskai** aus Bosnien vergleiche man den Nachtrag, p. 87 [97].

Mit den im vorigen definierten *Bilimeki*-Rassen nicht ganz übereinstimmend sind folgende Exemplare:

2 Stücke aus der Grotte von Treffen in Unterkrain (Wiener Hofmuseum). Stimmen am ehesten mit dem typischen *Bilimeki* überein, unterscheiden sich jedoch von Gottscheer Stücken desselben durch den schlanken, länglichen Halsschild. Vielleicht var. *oblongicollis* Joseph.

2 Stücke aus der Eleonorengrotte bei Gottschee (F. TAX, Wiener Hofmuseum) sind dadurch interessant, daß sie individuell recht verschieden sind. Das eine hat einen länglichen Halsschild mit der größten Breite im vorderen Drittel; beim anderen ist der Halsschild schwach quer, mit der Maximalbreite wenig weit vor der Mitte. Die Flügeldecken sind bei beiden Stücken gestreckter und schmäler als beim typischen *Bilimeki*, ihre größte Breite in oder etwas hinter der Mitte gelegen.

4 Exemplare aus Kroatien und zwar aus der Höhle bei Josipdol, aus jener bei Lokve und jener bei Tounj, sämtlich vom Herrn V. Stiller in Agram gesammelt, ferner zwei Exemplare aus der Luška pečina bei Jasenak (Weingartner, 17. Mai 1904), differieren vom typischen *Bilimeki* ganz konstant durch schmälere und gegen die Schultern etwas mehr verengte Flügeldecken. Sie nähern sich dadurch der Rasse *Hacqueti*, von der sie sich durch schlankeren, vor den Hinterecken meist nur äußerst schwach ausgeschweiften Halsschild und weniger verrundete Schultern unterscheiden. Von *ozaljensis* durch viel schlankeren Halsschild mit Leichtigkeit zu trennen.

1 Stück mit der Bezeichnung »Kapela, unbenannte Höhle« (Wiener Hofmuseum) steht dem echten *ozaljensis* äußerst nahe; nur sind die Schultern etwas weniger verrundet und der Halsschild vor der Mitte weniger stark gerundet erweitert.

6 Exemplare von Peuc bei Idria (Gobanz 1910, Wiener Hofmuseum) stimmen am ehesten mit Subsp. *Hauckei* überein; sie sind nur durchschnittlich etwas kleiner und schmäler.

Dem *Hacqueti* sehr nahe stehend sind zwei Exemplare aus Zoll im Birnbaumerwald (Wiener Hofmuseum). Sie stimmen mit dieser Rasse in der Form und flachen Wölbung der Flügeldecken fast vollkommen überein, jedoch ist der Halsschild vor den Hinterecken nur äußerst schwach ausgeschweift.

3 Stücke aus einer Grotte bei Pliskovica im Triester Karst (ex coll. Kaufmann, Wiener Hofmuseum) stimmen in der Flügeldeckenform mit *Hauckei* fast völlig überein, in der Halsschildform nähern sie sich dem typischen *Bilimeki*, indem die Hinterecken, namentlich bei einem Exemplar, spitzig ausgezogen sind. Das Auffälligste bei diesen drei Stücken ist ein tiefer, zwischen den Stirnfurchen vorhandener Quereindruck, der den Mittelwulst der Stirne von der Scheitelwölbung scharf absetzt. Da jedoch dieser Quereindruck nur bei einem der drei Exemplare regelmäßig ausgebildet ist, während er bei den anderen etwas schräg, und zwar bei jedem in anderer Richtung, verläuft und da außerdem ein solcher Quereindruck auch sonst bei *Bilimeki* ausnahmsweise vorkommt (zum Beispiel bei einem der beiden Exemplare von Josipdol in Kroatien und bei einem der Stücke vom Monte Maggiore), so handelt es sich wahrscheinlich auch bei den Exemplaren aus Pliskovica bloß um eine abnorme Ausbildung des Kopfes und nicht um ein Rassenmerkmal. Sicher läßt sich jedoch dies nur an der Hand eines größeren Materials von Pliskovica entscheiden.

Durch ihre Breite recht auffällig sind sechs Exemplare, die Herr Winkler 1912 in einer Höhle am Monte Maggiore gefunden hat. Die Größe und Halsschildform ist jene des *tergestinus*; nur bei einem

Exemplar ist der Halsschild vor den Hinterecken etwas ausgeschweift, was bei *tergestinus* sonst nie vorkommt. Dieses Stück zeichnet sich auch durch einen schmäleren Kopf aus, während die übrigen von Herrn Winkler am Monte Maggiore gesammelten Stücke sowie der *tergestinus* einen hinten deutlich backenartig erweiterten Kopf besitzen. Die Stirnfurchen hinten meist deutlich dreieckig eingedrückt, bei einem Exemplar außerdem noch durch einen scharfen Quereindruck untereinander verbunden. Vom kroatischen *Kiesenwetteri*, der auch ziemlich kurze und breite Flügeldecken besitzt, durch bedeutendere Größe und noch breitere Flügeldecken verschieden.

4. Untergattung: **Anophthalmus** Sturm 1844, sens. str.

Typus: *Trechus (Anophthalmus) Schmidti* Sturm.

Allgemeine Merkmale. Der Kopf schmäler als der Halsschild, meist mit vollständigen, selten hinten undeutlichen Stirnfurchen und zwei Supraorbitalborsten.

Der Mittelwulst der Stirn von der Scheitelwölbung meist durch einen Quereindruck abgesetzt.[1] Die Halseinschnürung auf die Dorsalseite des Kopfes nicht übergreifend.

Die Fühler stets kürzer als der Körper, ihr zweites Glied deutlich kürzer als das erste.

Der Halsschild quer oder herzförmig, mit deutlich abgesetzten Seitenrändern und schräg nach innen und unten gerichteten Epipleuren.

Neben dem Halsschildseitenrand befinden sich (mit Ausnahme von *T. pubens*) die zwei normalen borstentragenden Punkte. Die hintere Marginalseta ist stark entwickelt, der Punkt, woraus sie entspringt, befindet sich ziemlich weit vor dem Basalrand unmittelbar am Seitenrande, wodurch die verdickte Randleiste häufig eingeengt oder unterbrochen wird.

Die Flügeldecken gegen die Basis stark abgeschrägt mit deutlich stumpfwinkelig vortretenden, an der Spitze verrundeten Schultern.

Der erste Punkt der Series umbilicata aus der Reihe der drei folgenden deutlich (meist sehr stark) nach innen abgerückt und vom Seitenrande weiter entfernt als der zweite, der mit den folgenden eine vom Seitenrande der Flügeldecken nach hinten divergierende Reihe bildet. Der vierte Punkt vom dritten meist weiter abgerückt als der dritte vom zweiten.

An den männlichen Vordertarsen die zwei ersten Glieder erweitert.

Geographische Verbreitung. Zu dieser Untergattung gehören eine Anzahl kleiner oder mittelgroßer Arten mit länglichen, ziemlich flachen, oft matten Flügeldecken aus Kärnten, Südsteiermark, Krain dem Küstenlande und einem Teil von Kroatien. Meist Höhlenbewohner, einige auch im Freien unter tief eingebetteten Steinen.

Bestimmungstabelle der Arten.

1. Der Halsschild kahl oder höchstens mit äußerst kleinen, schwer sichtbaren Härchen besetzt . . . 2

— Die ganze Oberseite mit ziemlich langen, nach hinten geneigten Haaren bedeckt. 8

2. Die Fühler gedrungener, ihre mittleren Glieder erheblich kürzer, das vierte Glied nicht oder wenig länger als das zweite. Körperlänge: 3·6 bis 4·6 *mm* 3

— Die Fühler schlanker, ihre mittleren Glieder erheblich länger, das vierte Glied mindestens um die Hälfte länger als das zweite. Länge: 4 bis 7·5 *mm* 5

3. Der Mittelwulst der Stirne hinten ohne Quereindruck, in die Scheitelwölbung gleichmäßig übergehend. Kleine stark glänzende Art vom Grintouz . . . . . 26. **Weberi** Ganglb.

— Der Mittelwulst der Stirn hinten durch einen Quereindruck von der Scheitelwölbung getrennt . . 4

[1] Undeutlich bei *Schmidti*, fehlend bei *Weberi*.

4. Der Kopf hinten außerordentlich stark backenartig erweitert, die Backen von der Halseinschnürung sehr scharf abgesetzt. Länge: 3·8 bis 4 *mm*. — Höhle im Vellachtal (Kärnten).
27. **Gobanzi** Ganglb.

— Der Kopf hinten viel schwächer erweitert und von der Halseinschnürung weniger scharf abgesetzt. Länge: 3·8 bis 4·6 *mm*. — Julische Alpen und ihre Vorlagen, Südkrain und Nord-Kroatien (bis in die Gegend von Agram) . . . . . 28. **Scopolii** Sturm.

5. Flügeldecken im dritten Zwischenraum mit drei borstentragenden Punkten 6

— Flügeldecken im dritten Zwischenraume mit vier borstentragenden Punkten 7

6. Flügeldecken am Ende gerundet, Nahtwinkel nicht vortretend. Kleinere Art von 4 bis 5 *mm* Länge. — Kärnten, Südsteiermark, Krain und angrenzende Teile von Kroatien.
29. **Schaumi** Schmidt.

— Flügeldecken am Ende mehr oder weniger deutlich abgestutzt, innerhalb des Nahtwinkels meist schwach ausgebuchtet, letzterer daher etwas vortretend. Größere Art von 5 bis 7·5 *mm* Länge. — Krain, Küstenland, Kroatien . . . . . 30. **Schmidti** Sturm.

7. Flügeldecken am Ende verrundet, Nahtwinkel nicht vorgezogen. Die Schultern deutlich stumpfwinklig, der abgeschrägte Schulterrand schwach ausgebuchtet. Die Flügeldecken nur äußerst fein und spärlich, schwer sichtbar behaart. Länge: 6 bis 7 *mm*. — Südsteiermark.
31. **Erebus** Krauss.

— Flügeldecken am Ende abgestutzt, innerhalb des vortretenden Nahtwinkels ausgebuchtet. Die Schultern weniger eckig, der abgeschrägte Schulterrand nicht eingebuchtet. Flügeldecken und Abdomen deutlich, wenn auch bei weitem nicht so stark als bei *hirtus*, behaart. Länge: 5·5 bis 6 *mm*. — Kärnten (Eggerloch bei Villach) und Krain (Stou, Karawanken) . . . . 32. **Mariae** Schatzm.

8. Die Behaarung der Oberseite schräg abstehend. Der Halsschild im vorderen Drittel am breitesten, flach gewölbt, mit etwas breiterer Seitenrandkehle, in der sich die zwei normalen Borstenpunkte befinden. Länge: 5 bis 7 *mm*. — Krain, Küstenland und Fiumaner Karst . . 33. **hirtus** Sturm.

— Die Behaarung der Oberseite mehr anliegend. Der Halsschild etwa in der Mitte am breitesten, mit sehr schmaler Seitenrandkehle. Die beiden Borstenpunkte am Seitenrande des Halsschildes anscheinend nicht vorhanden. Länge: 6 *mm*. — Krain . . . . . 34. **pubens** Bedel.

---

26. **Trechus (Anophthalmus) Weberi** Ganglbauer. Wien. entom. Zeitg., 1911, 239.

Blaß rötlichgelb, stark glänzend. Der Kopf kürzer als bei *Scopolii*, bis zum Vorderrande des Clypeus nicht länger als breit, wenig schmäler als der Halsschild, mit mäßig gewölbten, nur sehr spärlich mit kurzen, abstehenden Härchen besetzten Schläfen. Der Scheitel von der Stirn durch keinen Quereindruck gesondert. Die Fühler etwas kürzer als bei *Scopolii*, das vierte Fühlerglied kürzer als das dritte und wenig länger als das zweite. Der Halsschild im vorderen Drittel mäßig stark gerundet, daselbst etwas breiter als lang, nach hinten leicht ausgeschweift verengt, mit kaum abgesetzten, kleinen, rechtwinkeligen Hinterecken, an der Basis jederseits etwas abgeschrägt. Die Flügeldecken weit hinter der Mitte am breitesten, von da an gegen die Schultern fast geradlinig verengt, flach gewölbt, nur äußerst spärlich mit sehr kurzen, schwer sichtbaren, abstehenden Härchen besetzt, neben der Naht mit drei seichten, sehr schwach und undeutlich punktierten Streifen, der vierte und fünfte Streifen nur schwach angedeutet, die äußeren erloschen. Der dritte Zwischenraum mit drei kräftigen, borstentragenden Punkten. Der nach innen gerückte erste Punkt der Series umbilicata steht schräg vor dem zweiten und ist vom Schulterrand mehr als doppelt so weit entfernt als jener. — Länge: 3·6 *mm*.

Mit *Trechus Gobanzi* und *Scopolii* nahe verwandt, von beiden durch geringere Größe, die stark glänzende Oberseite, etwas kürzere und dickere Fühler und den Mangel eines Quereindruckes zwischen Stirn und Scheitel, von *Gobanzi* außerdem durch den viel schmäleren Kopf, weniger vorgewölbte Schläfen, schmäleren, an den Seiten im vorderen Drittel sanfter gerundeten Halsschild und erheblich kürzere Flügeldecken verschieden (ex typ.).

Vorkommen. In der alpinen Region des Grintouz (Steiner Alpen). Vom Herrn Professor Eugen Weber (Graz) im Juli 1907, unweit des markierten Weges, der von der Zoishütte zur Spitze des Grintouz führt, am Rande eines Schneefeldes unter einem Stein in einem weiblichen Exemplare entdeckt, das sich derzeit im Wiener Hofmuseum befindet.

27. **Trechus (Anophthalmus) Gobanzi** Ganglbauer. Wien. entom. Zeitg., 1911, 237.

Rötlichgelb, Flügeldecken etwas heller. Kopf und Halsschild stark glänzend, Flügeldecken etwas matter. Der Kopf nur unbedeutend schmäler als der Halsschild, mit backenartig erweiterten, außen stark gewölbten, hinten durch die sie umschreibende Verlängerung der Stirnfurchen sehr scharf begrenzten Schläfen. Letztere auf der seitlichen Wölbung spärlich mit kurzen, feinen, abstehenden Härchen besetzt. Das von den Stirnfurchen eingeschlossene mittlere Stirnfeld durch einen schwachen Quereindruck vom Scheitel abgesetzt. Die Fühler ebenso kurz wie bei *Scopolii*, das vierte Fühlerglied viel kürzer als das dritte und nur sehr wenig oder kaum länger als das zweite. Der Halsschild herzförmig, an den Seiten im vorderen Drittel stark gerundet, daselbst etwas breiter als lang und etwa halb so breit als die Flügeldecken zusammengenommen, nach hinten geradlinig oder ein wenig ausgeschweift verengt, mit sehr kurz abgesetzten, kleinen, rechtwinkeligen oder etwas nach außen vorspringenden Hinterecken, am Vorderrande sehr flach ausgebuchtet, die Vorderecken nicht oder kaum vorspringend. Die Flügeldecken länglich oval, hinter der Mitte am breitesten, hinten gemeinsam abgerundet, mit ziemlich rechtem Nahtwinkel, flach gewölbt, weitläufig mit äußerst kurzen, abstehenden Borstenhaaren besetzt, seicht gestreift, in den vom vierten ab sehr schwachen Streifen mit undeutlichen, etwas weitläufig aufeinanderfolgenden Punkten, im dritten Zwischenraum mit drei borstentragenden Punkten. Die vorderen vier Punkte der Series umbilicata fast gleichweit voneinander entfernt, der erste, nach innen gerückte Punkt steht schräg vor dem zweiten und ist vom Schulterrand mehr als doppelt so weit entfernt als jener. — Länge: 3·8 bis 4 *mm*.

Mit *Trechus Scopolii* zunächst verwandt, von diesem hauptsächlich durch den auffällig breiten, an den Schläfen stark gerundet erweiterten und gewölbten, in der Breite hinter dem Halsschilde kaum zurückbleibenden Kopf verschieden (ex typ.).

Vorkommen. In einer Höhle des Vellachtales bei Eisenkappel (Kärnten). Von Herrn Forstrat A. Gobanz entdeckt und in wenigen, weiblichen Exemplaren gesammelt.

Anmerkung zu *Trechus Gobanzi* und *Weberi*. Da von diesen beiden Arten bisher nur weibliche Exemplare bekannt sind, ist ihre systematische Einreihung nicht ohne weiteres durchführbar. Haben die ♂♂ tatsächlich zwei erweiterte Vordertarsenglieder, so sind sie zur Untergattung *Anophthalmus* s. str. zu stellen; sollte es sich jedoch herausstellen, daß nur das erste Glied der Vordertarsen erweitert ist, so müßte man sie nach dem hier vorgeschlagenen System am ehesten der Untergattung *Orotrechus* zuweisen. Letzteres glaube ich aber ausschließen zu können wegen der starken Ausbildung und der Lage der hinteren Marginalseta des Halsschildes. Diese befindet sich nämlich bei *Tr. Weberi* und *Gobanzi* ziemlich weit vor der Halsschildbasis, während sie bei *Orotrechus*, falls sie überhaupt ausgebildet ist, im äußersten Winkel der Halsschildhinterecken selbst entspringt. Daher stelle ich diese beiden Arten, vorläufig wenigstens, zu *Anophthalmus* s. str. Eine definitive Entscheidung wird jedoch erst nach Bekanntwerden der ♂♂ möglich sein. [1]

[1] Nach Fertigstellung dieser Arbeit teilt mir Herr Oberrevident Josef Breit mit, daß bei *Trechus Gobanzi* Ganglb. tatsächlich die zwei ersten Vordertarsenglieder im männlichen Geschlechte erweitert sind, womit seine Einreihung unter die echten *Anophthalmen* gerechtfertigt erscheint. Es erübrigt also nur noch den *Tr. Weberi* auf dieses Merkmal hin zu untersuchen.

28. **Trechus (Anophthalmus) Scopolii** Sturm. Deutschl. Ins., XXI, 1851, 111, t. 392, Fig. *A;* Schaum, Naturg. Ins. Deutschl., I, 1860, 662; Ganglbauer, Käf. Mitteleur., I, 1892, 217; Winkler, Entom. Blätter, 1912, 244. — Subsp. **bohiniensis** Ganglbauer. Wien. entom. Zeitg., 1903, 118, und 1911, 240; Winkler, Entom. Blätter, 1912, 244. — Subspec. **Paveli** Csiki. Term. Füz. 1899, 479; Ganglbauer, Wien. entom. Zeitg., 1911, 241 ex parte; *Scopolii* Ganglb., Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1899, 530 ex parte; *Bartkoi* Winkler, Entom. Blätter 1912, 245. — Subspec. **Bartkoi** Csiki. Ann. Mus. Hung., 1912, 510; *Scilagyi* Csiki, ebenda, 510; *Scopolii* Ganglb., Verh. zool. bot. Ges., Wien, 1899, 529 ex parte; *Paveli* Ganglb., Wien. entom. Zeitg. 1911, 241 ex parte; Winkler, Entom. Blätter, 1912, 244. — Subspec. **Kaufmanni** Ganglbauer. Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1899, 530, und Wien. entom. Zeitg., 1911, 241; Winkler, Ent. Blätter, 1912, 246. — Subspec. **Weingärtneri** Winkler. Entom. Blätter, 1912, 246.

Rötlichgelb, wenig glänzend. Der Kopf etwas schmäler als der Halsschild, mit ziemlich kurzen, die Körpermitte nicht oder nur wenig überragenden Fühlern, die beiden vorletzten Glieder anderthalb bis doppelt so lang als breit. Der Halsschild mehr oder weniger herzförmig, im vorderen Drittel gerundet erweitert und hier breiter als lang, nach hinten ziemlich stark verengt und vor den kleinen, rechtwinkligen oder etwas spitz vortretenden Hinterecken bald geradlinig, bald sanft ausgeschweift. Die Flügeldecken mäßig gewölbt, länglich oval, hinter der Mitte am breitesten, von da an nach hinten etwas stärker als nach vorne verengt, mit stumpf verrundetem Nahtwinkel. Die Schultern der Anlage nach stumpfwinklig, jedoch an der Spitze mehr oder weniger verrundet, der abgeschrägte Basalrand geradlinig oder schwach konvex, der Seitenrand hinter den Schultern meist ein wenig eingezogen. Die inneren Dorsalstreifen mäßig tief und nur schwach oder undeutlich punktiert, die äußeren allmählich seichter, der siebente immer, bisweilen auch der sechste erloschen. Am dritten Dorsalstreifen befinden sich die drei normalen borstentragenden Punkte. Der erste Punkt der Series umbilicata mehr oder weniger weit nach innen gerückt, bald schräg vor dem zweiten, bald im Niveau desselben befindlich. Die ganzen Flügeldecken sind, ebenso wie der Vorderkörper, mit äußerst kurzen und feinen, nur im Profil bei starker Vergrößerung deutlich sichtbaren aufgerichteten Härchen besetzt. Die Mikroskulptur der Oberseite besteht aus ziemlich weiten, auf den Flügeldecken etwas schuppig aussehenden Quermaschen. — Länge: 3·5 bis 4·6 *mm.*

Verbreitung und Lebensweise. Dieser stellenweise nicht seltene *Trechus* bewohnt West- und Südkrain, das Gebiet von Görz nördlich der Wippach, den Fiumaner Hochkarst und das Sljeme-Gebirge bei Agram. Der nördlichste Fundort ist die Črna prst (Julische Alpen), der westlichste die Berge bei St. Gendra am rechten Isonzoufer, der südlichste der Berg Bitoraj im Fiumaner Karst, der östlichste das Sljeme-Gebirge bei Agram. In Krain ist diese Art nördlich vom Laibacher Moor und der Gurk nicht aufgefunden worden; im Küstenland überschreitet sie nicht die Talfurche Wippach-Reka gegen Süden.

Es ist mir aufgefallen, daß diese Art bisher nur in oder über der Region der Buchenwälder aufgefunden wurde, wo sie teils unter Steinen, teils in Höhlen vorkommt. Die in der alpinen Region der Črna prst unter Steinen lebende Rasse *bohiniensis* Ganglb. ist infolge der Lage des ersten Punktes der Series umbilicata als die phylogenetisch am niedrigsten stehende Form aufzufassen.

Übersicht der Rassen.

a) **Scopolii bohiniensis** Ganglb. Durch die Lage des ersten Punktes der Series umbilicata genügend charakterisiert. Während derselbe bei allen übrigen Rassen etwa im Niveau des zweiten Punktes der Series umbilicata gelegen ist, erscheint er bei *Scopolii bohiniensis* weniger weit vom Seitenrande abgerückt und befindet sich weit vor dem zweiten Punkt.

Im übrigen vom typischen *Scopolii* in folgenden Punkten verschieden. Durchschnittlich kleiner und in allen Teilen kürzer und gedrungener gebaut. Die Fühler kürzer und merklich dicker. Der Halsschild gegen die als sehr kleine Zähnchen nach außen vorspringenden Hinterecken etwas weniger stark und ganz geradlinig verengt. Die Flügeldecken weniger gestreckt. Der Penis ähnlich wie beim typischen *Scopolii.* — Länge: 3·8 bis 4 *mm.*

Vorkommen. In der alpinen Region der Črna prst in den Julischen Alpen auf Trümmerhalden unter großen, tief in die Erde eingebetteten Steinen. Von L. Ganglbauer und R. Pinker Ende Juni 1902 entdeckt und in einiger Anzahl oberhalb des Mallner Schutzhauses und der Lisič-Almen gesammelt. An der ersten Fundstelle auch *Laemostenus Schreibersi* Küst., *Lathrobium (Glyptomerus) cavicola* Müll., und *Otiorrhynchus (Troglorrhynchus) anophthalmus* F. Schmidt. Seither wurde diese Rasse, namentlich durch Herrn Baron A. Bachofen v. Echt, in großer Zahl gesammelt.

b) **Scopolii Scopolii** Sturm. Relativ kleine, wenig gestreckte Form mit ziemlich kurzen Fühlern. Der Halsschild schwach herzförmig, nach hinten mäßig stark verengt und vor den spitz vortretenden oder scharf rechtwinkligen, kleinen Hinterecken mehr oder weniger deutlich ausgeschweift. Die Flügeldecken länglich-eiförmig, mäßig gewölbt, mit breit verrundeten Schulterecken. Der erste Punkt der Series umbilicata steht meist im Niveau des zweiten oder wenig weit davor und bildet daher mit diesem und dem dritten Punkt meist einen rechten Winkel. Der Penis schmal, von der Seite betrachtet im Apicalteil gegen die kurz umgebogene Spitze ganz allmählich verengt. — Länge: 3·8 bis 4·3 *mm.*

Vorkommen. Dieses Tier wurde nach Ferdinand Schmidt 1850 in der Grotte von Setz in Innerkrain, auf dem Wege von Adelsberg nach Luegg entdeckt. Nach Dr. JOSEPH (Berl. ent. Zeitschr., 1870, 266) ist diese Höhle nicht eruierbar.

Die Type blieb mir zwar unbekannt; doch sah ich ein anderes Exemplar aus der Adelsberger Gegend, und zwar aus der Osojnica-Höhle bei Kaltenfeld (Haucke). Weitere Fundorte sind: Nanos, im Walde unter Steinen (Dr. Knirsch und Winkler, Sommer 1910); Karnizza im Tarnowaner Wald, im Buchenwald, unter Steinen (J. Müller, Juni 1903 und 1911, und H. Springer 1911); Höhle bei Cvetrez im Tarnowaner Wald (A. Gobanz, Wiener Hofmuseum, 1 Exemplar); Höhle bei Tarnowa (J. Müller, Juni 1911); Schachthöhle bei S. Gendra, am rechten Isonzoufer (J. Müller und H. Springer 1912); Zawinka-Höhle bei Präwald (J. Sever, nach GANGLBAUER, Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1899, 529, und Wien. ent. Zeitg., 1911, 240); Vel. Javornik, östlich von Adelsberg, unter einem Stein im Walde, Juni 1912 (nach WINKLER, Ent. Blätter, 1912, 244).

c) **Scopolii Paveli** Csiki. Von der typischen Form nur durch schmäleren Körperbau und vom ersten Drittel an nach hinten deutlich verengten Halsschild zu unterscheiden. Hinterecken des Halsschildes als kleine Spitze seitlich vorspringend. — Länge: 4 bis 4·5 *mm.*

Verbreitung. Diese Form wurde nach zwei von Joh. Pavel in einer »unbenannten Höhle« bei Fužine im Fiumaner Karst gesammelten Exemplaren beschrieben. Nach GANGLBAUER (Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1899, 530) stammen die Typen des *Paveli* aus der Höhle »Bukova kusa«, welche, wie mir jetzt Herr A. Winkler mitteilt, nicht in der unmittelbaren Nähe von Fužine, sondern ungefähr 25 *km* weiter nördlich, liegen soll. Daher ist nach Winkler der echte *Paveli* gar nicht identisch mit der von Dr. Spaeth, Moczarski, Stolz und ihm selbst im Wald bei Fužine gesammelten und von GANGLBAUER (Wien. ent. Zeitg., 1911, 241) für *Paveli* gehaltenen Form. Dagegen soll *Scopolii Bartkoi* Winkler (nec CSIKI) vom Rišnjak Ostabhang) und Kupjakberg bei Skrad mit dem echten *Paveli* aus der Bukova kusa übereinstimmen.[1]

d) **Scopolii Bartkoi** Csiki. Von der typischen Form durch stärker und fast geradlinig nach hinten verengten Halsschild mit schmälerer Basis verschieden. Von *Paveli* Csiki durch etwas breitere Körperform und nach hinten stärker und geradlinig verengten Halsschild differierend.[2] — Länge: 4 bis 4·5 *mm.*

---

[1] Die Synonymie der *Scopolii*-Rassen aus dem Fiumaner Karst — *Paveli* und *Bartkoi* — verdanke ich einer freundlichen Mitteilung des Herrn A. WINKLER (Wien), der erst nach der Veröffentlichung seiner interessanten Arbeit über die Rassen von *Trechus Scopolii* und *Schaumi* (Ent. Blätter 1912, 243 bis 249) Gelegenheit hatte, durch Herrn O. MIHOK die Typen der kroatischen *Scopolii*-Rassen zu untersuchen und mir die Erlaubnis gab, die Resultate seiner Untersuchungen hier zu verwerten.

[2] Es ist äußerst merkwürdig, daß Herr CSIKI in den Originalbeschreibungen seiner kroatischen *Scopolii*-Varietäten (*Bartkoi* und *Szilagyi*) den *Trechus Paveli* gar nicht erwähnt, obwohl er mit ihnen äußerst nahe verwandt ist. Überhaupt sind die letzten CSIKI-schen Beschreibungen sehr mangelhaft und zeugen von einer leider auch sonst verbreiteten Sucht, sich die Autorschaft möglichst

Verbreitung. In der Originalbeschreibung des *Bartkoi* wird als Fundort der Berg Rišnjak angegeben. Laut einer Mitteilung des Herrn O. Mihok an A. Winkler soll jedoch die Originalfundstelle dieser Rasse südwestlich vom Rišnjak liegen. Mit den Typen des *Bartkoi* stimmen nach Winkler überein die bei Fužine von Dr. Spaeth unter Steinen gesammelten Exemplare, ferner die auf der Plasa, östlich von Fužine von Moczarski, Dr. Stolz und Winkler gefundenen Stücke sowie auch die vom Berge Bitoraj östlich von Fužine beschriebene Form *Szilagyi* Csiki.

e) **Scopolii Kaufmanni** Ganglb. Größere Rasse mit längeren Fühlern, etwas längerem Halsschild und schlankeren, seitlich weniger gerundeten Flügeldecken und deutlicher vortretenden Schultern. Hinterecken des Halsschildes seitlich nicht vorspringend. Der Penis von der Seite gesehen im Apicalteil gegen die kurz umgebogene Spitze plötzlich verengt. — Länge: 4·2 bis 4·6 *mm*.

Verbreitung. Der echte *Kaufmanni* ist aus dem Friedrichsteiner Wald bei Gottschee beschrieben, wo ihn namentlich Herr F. TAX (Graz) in beträchtlicher Zahl unter großen Steinen sammelte. Zwei Stücke, die Herr A. WINKLER 1912 auf der Javorova kosa in einer tiefen Seitenschlucht der Dobra, östlich von Skrad (Kroatien), sammelte, stimmen am ehesten noch mit dieser Rasse überein; sie unterscheiden sich nur durch etwas kürzeren und breiteren Umriß der Flügeldecken.

f) **Scopolii Weingärtneri** Winkler. Vom typischen *Scopolii* durch bedeutendere Körpergröße, viel schlankere Fühler, im Verhältnis zu den Flügeldecken kürzeren Halsschild und durch längere, gewölbtere, beiderseits stärker verengte und besonders beim ♀ mattere Flügeldecken verschieden. Die fünf bisher bekannten Exemplare zeigen eine große Variabilität im Habitus und in der Halsschildform. Die Seiten des Halsschildes sind zumeist viel stärker gerundet als beim typischen *Scopolii*, die Rundung reicht weiter nach hinten, die Ausrandung vor den Hinterecken ist tiefer und die Hinterecken sind zumeist in eine große, scharfe Spitze ausgezogen. Der erste Punkt der Series umbilicata befindet sich ein wenig schräg vor dem zweiten. — Länge: 3·5 bis 4 *mm* [2] (ex WINKLER).

Vorkommen. Sljemegebirge bei Agram. Das erste Exemplar wurde vor einigen Jahren von Herrn R. v. Weingärtner in einer Schlucht bei Podsused aus Laub gesiebt. Weitere fünf Exemplare wurden im August 1912 von obigem und Herrn Prof. Hochetlinger in der Höhle von Bizek gesammelt.

29. **Trechus (Anophthalmus) Schaumi** Schmidt. Ztschr. Krain. Landes-Mus., 1859; Schmidt, Verh. zool. bot. Ges. Wien, X, 1860, 670, t. XII, Fig. 4; Schaum, Natg. Ins. Deutschl. 1860, 661; Joseph, Berl. ent. Ztschr., 1870, 263; Ganglbauer, Käf. v. Mitteleur., I, 1892, 218; Winkler, Ent. Blätt. 1912, 247. — Aberr. oder Subspec. (?) *planipennis* Joseph; Berl. ent. Ztschr., 1870, 264; Ganglbauer, Käf. v. Mitteleur. I, 1892, 218. — Subsp. **Knirschi** Winkler. Ent. Blätter, 1912, 247. — Subsp. **Hochetlingeri** Winkler, Ent. Blätter, 1912, 248. — Subsp. **Bernhaueri** Ganglbauer. Wien. entom. Zeitg. 1895, 262; Winkler, Ent. Blätter, 1912, 247.

---

vieler, wenn auch nur schlecht definierbarer Formen zu sichern. Dabei wird gewöhnlich mit der Publikation gehastet, um ja nicht die Priorität zu verlieren, und notdürftige, in aller Eile verfaßte Diagnosen werden der Öffentlichkeit übergeben. Die Unterscheidungsmerkmale sind vielfach übertrieben, um die Aufstellung an und für sich schlechter Formen plausibel erscheinen zu lassen.

Charakteristisch für die CSIKI'sche Methode ist seine jüngst erschienene Beschreibung des *Apholeuonus Bokori* (Ann. Mus. Hung., 1912). CSIKI unterscheidet ihn von *Apholeuonus Taxi*, den er den nächsten Verwandten nennt, hauptsächlich durch den nicht trapezförmigen, sondern in der Basalhälfte parallelseitigen Halsschild, erwähnt aber mit keinem Wort meinen *Apholeuonus pubescens*, den ich schon 1903, und zwar speziell durch den im Basalteil parallelseitigen Halsschild von *Taxi* unterschieden habe. Weiß vielleicht CSIKI nichts von der Existenz des *Apholeonus pubescens?* Abgesehen vom Catalog. Coleopt. 1906, wo diese Art bereits figuriert, hätte ihn schon ein Blick in die JEANNEL'sche Monographie der Höhlensilphiden belehren müssen, daß es ein Tier gibt, welches bezüglich der Halsschildform mit *Apholeuonus Bokori* Csiki übereinstimmt und daher in einer vergleichenden Beschreibung nicht verschwiegen werden kann.

[2] Dürfte wohl größer sein! (Anmerkung des Verfassers.)

Rötlichgelb oder rostfarben, mehr oder weniger glänzend, auf der Oberseite nur äußerst kurz und fein, schwer sichtbar behaart. Der Kopf etwas schmäler als der Halsschild, mit vollständigen Stirnfurchen und mehr oder weniger backenartig erweiterten Schläfen. Die Fühler meist die Körpermitte ein wenig überragend, ihre beiden vorletzten Glieder zwei- bis dreimal so lang als breit. Der Halsschild herzförmig, nicht oder nur wenig breiter als lang, im vorderen Drittel am breitesten und dort mehr oder weniger stark gerundet erweitert, nach hinten fast geradlinig oder in sehr sanft ausgeschweifter Kurve verengt mit kleinen scharf stumpfwinkeligen oder rechtwinkeligen Hinterecken. Die Flügeldecken wenig gewölbt, länglich, hinter der Mitte am breitesten, mit deutlich markierten, stumpfwinkeligen, an der Spitze wenig verrundeten Schultern, gerade abgeschrägtem oder leicht ausgebuchtetem Basalrand und stumpf verrundetem Nahtwinkel. Hinter den Schulterecken erscheint der Seitenrand ein wenig eingezogen. Die Dorsalstreifen innen mäßig tief mit schwach gewölbten Zwischenräumen, nach außen allmählich erloschen. Am dritten Dorsalstreifen befinden sich die drei normalen Borstenpunkte. Der erste Punkt der Series umbilicata stark nach innen gerückt, unmittelbar vor, in oder hinter dem Niveau des ersten Seitenrandpunktes gelegen. — Länge: 4 bis 5 *mm*.

Mit *Trechus Scopolii* zunächst verwandt und von ihm nur durch etwas bedeutendere Körpergröße, schlankere Fühler und Beine, etwas längeren Halsschild, gestrecktere Flügeldecken und durchschnittlich weiter nach hinten gerückten ersten Punkt der Series umbilicata verschieden. Da diese Merkmale bei *Trechus Schaumi*, besonders aber auch bei *Trechus Scopolii* nicht unbedeutend variieren, so zwar, daß sich die extremen Formen dieser beiden Arten recht nahe stehen, könnte man leicht geneigt sein, ihre spezifische Verschiedenheit anzuzweifeln, wenn nicht bereits an zwei Lokalitäten (Friedrichsteiner Wald bei Gottschee und Cvetrez-Höhle im Tarnowaner Wald) *Trechus Schaumi* und *Scopolii* ohne Übergänge zusammenlebend gefunden worden wären.

Von *Trechus Schmidti*, mit dem einige Autoren unsere Art verglichen haben, unterscheidet sich *Trechus Schaumi* schon durch die grundverschiedene Bildung der Flügeldeckenspitze beziehungsweise des Nahtwinkels und ist daher mit ihm nicht näher verwandt.

Verbreitung und Lebensweise. Das Verbreitungsgebiet dieser Art erstreckt sich über einen großen Teil von Krain und reicht teilweise auch in die Nachbargebiete von Steiermark, Kärnten, Görz und Kroatien hinein. Die Art lebt meist in Höhlen; im Friedrichsteiner Wald bei Gottschee kommt sie unter Steinen vor; eine sehr markante Rasse (*Bernhaueri*) wurde in der alpinen Region des Hochobir (Karawanken) zunächst im Freien unter Steinen, dann in einem aufgelassenen Bergwerkstollen aufgefunden.

Übersicht der Rassen.

Trechus Schaumi i. w. S. umfaßt zwei recht verschiedene Hauptrassen, die sich folgendermaßen unterscheiden:

1. Flügeldecken wenig glänzend, der abgeschrägte Basalrand schwach eingebuchtet. Der nach innen gerückte Punkt der Series umbilicata befindet sich in oder hinter dem Niveau des ersten am Seitenrande befindlichen Punktes . . . . . *a)* **Schaumi Schaumi** Schmidt.

— Flügeldecken stark glänzend, der abgeschrägte Basalrand nicht eingebuchtet. Der nach innen gerückte Punkt der Series umbilicata befindet sich meist knapp vor dem Niveau des ersten Seitenrandpunktes . . . . . *b)* **Schaumi Bernhaueri** Ganglb.

a) **Schaumi Schaumi** Schmidt. Vom Originalfundort (Höhle »Dolga Cirkva« bei Domžale, nördlich von Laibach) lag mir kein Material vor, wohl aber aus folgenden Lokalitäten:

Höhle bei St. Canzian[1] in Krain, zusammen mit *Trechus hirtus*, in Anzahl (Sessek 1892, Wiener Hofmuseum). — Höhle bei Bründl an der südsteierischen Grenze (H. F. Neumann, 1 Exemplar). —

[1] Ein Exemplar aus der Sammlung des Herrn Prof. Dr. K. MOSER (Triest) trägt als genauere Fundortsbezeichnung: »Boštonova jama, St. Canzian, Vier.«

Cvetrez-Grotte im Tarnowaner Wald (A. Gobanz 1909, 1 Exemplar, Wiener Hofmuseum). — Konjsca-Grotte bei Laschitz nördlich von Gottschee (H. Krauss und K. A. Penecke). — Friedrichsteiner Wald bei Gottschee, unter Steinen, zusammen mit *Trechus Scopolii Kaufmanni* (F. Tax). — Höhle von Ozalj an der Kulpa in Kroatien (J. Hochetlinger). — Skadanca-Höhle bei Franz in Südsteiermark (v. Krekich, Juli 1909; Krauss und Penecke, Sommer 1902). — Vračka luknja und Soteska luknja bei Praßberg (Krauss und Penecke, Oktober 1904). — Rabosca lukna bei Liboje im Sanntal (Krauss, 1 Exemplar). — Pongraz-Grotte bei Hellenstein (v. Krekich, Juli 1909).

Als weitere Fundorte führt Dr. JOSEPH (Berl. entom. Zeitschr., 1870, 263) verschiedene Grotten um Vir, Aich, Moräutsch und Bischoflack an. —

Die Exemplare aus der Höhle von St. Canzian in Krain dürften der typischen Form angehören.

Als eine Unterrasse des *Schaumi* ist die von WINKLER als **Schaumi Knirschi** beschriebene Form aus der Skadanca-Höhle bei Franz aufzufassen. Sie unterscheidet sich von den Exemplaren aus St. Canzian durch größere, robustere Körperform, stärker backenartig erweiterten Kopf, kräftigere, kürzere Fühler, etwas breiteren Halsschild und breitere, gewölbtere und mattere Flügeldecken. Auch steht der erste Punkt der Series umbilicata häufig etwas weiter vorne, im Niveau des zweiten, während er bei den Krainer Exemplaren etwas weiter nach hinten gerückt erscheint. Doch kommt die letztgenannte Stellung auch bei einzelnen Stücken aus Steiermark vor.

Das Stück aus dem Tarnowaner Wald, ein ♀, ist ebenso groß wie die steirischen Stücke, der Kopf ebenfalls ziemlich breit; jedoch ist der erste Punkt der Series umbilicata etwas weiter hinter dem Niveau des zweiten gelegen.

Die Exemplare aus Gottschee sind ebenfalls größer als der Typus. Von der untersteierischen Form unterscheiden sie sich durch schmäleren und schlankeren Kopf, etwas schlankere Fühler und schärfer markierte Schulterecken. Der erste Punkt der Series umbilicata liegt hinter dem Niveau des zweiten.

Die Stücke aus der Ozailer Höhle in Kroatien bilden die Unterrasse **Hochetlingeri** Winkler, die (nach der Originalbeschreibung) durch die gedrungene Gestalt und den matten Glanz der Flügeldecken der Unterrasse *Knirschi* am nächsten steht, von der sie sich durch längere Fühler und Beine, den nach hinten stärker verengten Halsschild, die breiteren, im Verhältnis zum Vorderkörper kürzeren Flügeldecken und den weiter nach hinten gerückten ersten Punkt der Series umbilicata unterscheidet. — Länge: 4 bis 4·5 *mm*.

Unbekannt ist mir die von JOSEPH beschriebene var. *planipennis*, nach einem Exemplar aus Unterkrain. Sie soll sich von der typischen Form durch auffallend flachen Körper und länglicheren, vorne weniger erweiterten Halsschild unterscheiden.

b) **Schaumi Bernhaueri** Ganglbauer. Von den vorigen *Schaumi*-Rassen durch die gerade abgeschrägten (nicht eingebuchteten) Schulterränder, die Lage des ersten Punktes der Series umbilicata (unmittelbar vor dem Niveau des zweiten) und die in beiden Geschlechtern glänzende Oberseite verschieden. Da jedoch die Lage des ersten Punktes der Series umbilicata bei *Schaumi* variiert [1] und da die Ausbuchtung des abgeschrägten Schulterrandes nicht immer deutlich hervortritt, so halte ich es in Übereinstimmung mit WINKLER für angezeigt, den *Trechus Bernhaueri* in den Rassenkreis des *Schaumi* einzubeziehen, zumal auch im Baue des Penis keine wesentlichen Unterschiede bestehen.

Die im Wiener Hofmuseum befindliche Type (♂) wurde von Dr. Bernhauer bei der meteorologischen Station auf dem Hochobir (Karawanken) unter einem großen Stein im Juli 1895 aufgefunden. Ein zweites Stück (♀) vom Originalfundort wurde dem Hofmuseum in Wien von Herrn Forstrat Gobanz überlassen (gesammelt am 9. Juli 1910). Weitere Exemplare wurden in neuester Zeit in einem verlassenen Stollen auf dem Obir gesammelt und gelangten in den Besitz des Herrn E. Mocsarsky in Wien.

---

[1] Wie ich später durch Herrn A. Winkler erfuhr, ist auch bei *Tr. Bernhaueri* die Lage dieses Punktes variabel.

30. **Trechus (Anophthalmus) Schmidti** Sturm. Deutschl. Ins., XV, 1844, 131, t. 303; Schaum, Natg. Ins. Deutschl., I, 1860, 661; Joseph, Berl. entom. Zeitschr., 1870, 262; Ganglbauer, Käf. v. Mitteleur., I, 1892, 217. — Subsp. **insignis** J. Müller. Wien. entom. Zeitg., 1912, 299. — Subsp. nova **opacipennis m.** — Subsp. **istriensis** J. Müller. Wien. entom. Zeitg., 1909, 273. — Subsp. **Flachi** Winkler. Ent. Blätter, 1912, 248. — Subsp. **Soósi** Csiki. Ann. Mus. Hung., 1912, 511.; Winkler, Ent. Blätter, 1912, 248.

Zweifelhafte Formen. *Anophthalmus Motschulskyi* F. Schmidt. Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1860, 671. — *A. cordicollis* Motschulsky, Etud. entom., 1862, 43. — *A. rostratus* Motschulsky, l. c., 43. — *A. trechioides* Motschulsky, l. c., 44.

Rötlichgelb, mit glänzendem Vorderkörper; die Flügeldecken bald in beiden Geschlechtern, bald nur beim Männchen glänzend. Die Oberseite nur äußerst kurz und fein, schwer sichtbar behaart. Der Kopf sehr wenig schmäler als der Halsschild mit vollständigen, scharfen Stirnfurchen und deutlich backenartig erweiterten Schläfen. Die Fühler überragen ein wenig die Mitte der Flügeldecken, ihr drittes Glied mehr als anderthalbmal so lang als das zweite, das vierte ein wenig kürzer als das dritte, die beiden vorletzten drei- bis viermal so lang als breit. Der Halsschild höchstens so lang als breit, mehr oder minder deutlich herzförmig, im vorderen Drittel gleichmäßig gerundet erweitert, vor den scharf rechtwinkeligen Hinterecken sanft ausgeschweift oder gegen dieselben geradlinig verengt. Die Flügeldecken länglich-oval, hinter der Mitte am breitesten, mit sehr deutlich stumpfwinkelig vortretenden, nur an der Spitze schmal verrundeten Schultern und winkelig vorspringender Nahtecke; der Apicalrand abgestutzt und neben der Nahtecke mehr oder weniger deutlich ausgebuchtet. Die inneren Dorsalstreifen mäßig vertieft, schwach punktiert und mäßig gewölbte Zwischenräume einschließend, die äußeren allmählich schwächer, aber meist nicht ganz erloschen. Von den drei am dritten Dorsalstreifen befindlichen Borstenpunkten ist der mittlere meist vor der Flügeldeckenmitte gelegen und dem postbasalen deutlich näher gerückt als dem präapicalen Punkt. Der nach innen gerückte vorderste Punkt der Series umbilicata meist im oder etwas hinter dem Niveau des ersten Seitenrandpunktes befindlich. — Länge: 5 bis 7·5 *mm*.

Verbreitung und Lebensweise. Das Verbreitungsgebiet von *Trechus Schmidti* reicht vom Tarnowaner Wald bei Görz über Innerkrain, den Triester Karst und Nordistrien bis nach Kroatien (Bitoraj-Gebirge). Die verschiedenen Rassen leben teils in Buchenwäldern unter Steinen (Nanos, Monte Maggiore, Bitoraj), teils in Höhlen.

Übersicht der Rassen.

I. Flügeldecken in beiden Geschlechtern glänzend. Halsschild herzförmig, vor der Basis deutlich ausgeschweift.

a) **Schmidti insignis** J. Müller. Sehr kräftige, 7 bis 7·5 *mm* lange Rasse aus dem Tarnowaner Wald bei Görz. Flügeldecken stärker gewölbt, ihr Seitenrand hinter den stark vortretenden Schultern sanft ausgebuchtet.

Vorkommen. In einer kleinen, weit offenen Schachthöhle (Jama za lesom) im Tarnowaner Wald bei Karnizza, am Grunde des Schachtes, unter Steinen und abgefallenem Buchenlaub (J. Müller, A. Schatzmayr und H. Springer, 4. Juni 1911).

b) **Schmidti Schmidti** Sturm. Kleinere und schmälere Form mit flacheren Flügeldecken, breiter verrundeten Schultern und dahinter nicht ausgebuchtetem Seitenrand. — Länge: 5 bis 6·5 *mm*.

Von Ferd. J. Schmidt 1842 in der Grotte von Luegg in Innerkrain entdeckt, woher mir durch Haucke und Winkler (Juni 1912) einzelne Exemplare vorgelegen sind. Die von JOSEPH (Berl. entom. Zeitschr., 1870, 263) erwähnten Stücke aus der Adelsberger Grotte, Magdalenen Grotte[1] und Nußdorfer Grotte in Innerkrain gehören vielleicht auch hierher.

---

[1] In dieser Grotte auch von Dr. H. Krauss aufgefunden (vgl. H. KRAUSS in HAMANN, Europ. Höhlenfauna, 1896, 259).

Zum typischen *Schmidti* stelle ich vorläufig auch die Form aus dem Triester Karste, von der bisher bloß zwei Exemplare bekannt sind. Das eine wurde am 25. Juli 1895 in der Kačna jama bei Divača vom Herrn Prof. A. Valle, das andere, ein ♀, am 23. Februar 1913, in der Lindner Grotte bei Trebič, 320*m* unter der Erdoberfläche, in der Nähe des unterirdischen Flusses, unter Steinen, von Dr. H. Springer gefunden. Diese beiden Stücke stimmen miteinander vollkommen überein,[1] sie sind 6·8 *mm* lang und haben vor den Hinterecken deutlich ausgeschweifte Halsschildseiten; die Flügeldecken des ♀ sind glänzend. Um zu entscheiden, ob sich die Form aus dem Triester Karst als eigene Rasse abtrennen läßt, fehlen mir augenblicklich die Stücke des typischen *Schmidti* aus Luegg.

1 Exemplar (♀) vom Nanos in Innerkrain, von Herrn A. Winkler im Mai 1912 im Freien unter Steinen gesammelt, vermittelt den Übergang vom typischen *Schmidti* zur Rasse *insignis* m.

II. Flügeldecken des ♂ glänzend, des ♀ matt.

c) **Schmidti opacipennis** subsp. nov. Der Halsschild wie beim Typus deutlich herzförmig, im vorderen Drittel stärker gerundet, vor den Hinterecken ausgeschweift. Flügeldecken flach gewölbt, hinter der Mitte nicht bauchig erweitert. — Länge: 5·2 bis 5·5 *mm*.

Fundort: Pasica-Grotte am Krimberg, südlich von Laibach (J. Sever, Wiener Hofmuseum; Dr. H. Krauss; J. Stussiner, 10. September 1911, 1♀; v. Gspan, 6. Oktober 1911, 1♀). In derselben Grotte auch *Trechus Bilimeki Hacqueti*.

d) **Schmidti istriensis** J. Müller. Der Halsschild kürzer, seitlich vor der Mitte in einer schwächer gekrümmten Kurve erweitert, vor den Hinterecken nicht oder nur äußerst schwach ausgeschweift. Die Flügeldecken nur wenig gewölbter als bei der vorigen Rasse. — Länge: 6 *mm*.

Fundort: Höhlen bei Castelnuovo in Nord-Istrien, so in der Ulica pečina (v. Krekich und C. de Mayer, 30. Mai 1909), im Jabučinov stržen (v. Krekich und J. Müller, 30. Mai 1909), und in der Polina pečina (J. Müller und H. Springer, 10. Juni 1909; E. Pretner, 13. Oktober 1912), und zwar unmittelbar am Eingang unter Steinen. In der Ulica pečina war am Tag des Besuches noch Eis vorhanden. Im Jabučinov stržen und in der Polina pečina auch *Trechus Bilimeki tergestinus*.

e) **Schmidti Flachi** Winkler. Halsschild ähnlich wie beim Typus, nur ist die Ausschweifung vor den Hinterecken etwas schwächer, wodurch sich diese Rasse der vorigen ein wenig nähert. Jedoch von dieser und noch mehr vom typischen *Schmidti* durch erheblich gewölbtere, hinter der Mitte deutlich bauchig erweiterte Flügeldecken verschieden. — Länge: 5·5 bis 6 *mm*.

Fundort: Monte Maggiore in Istrien. Von Herrn A. Winkler unterhalb des Gipfels im Buchenwalde unter Steinen, ferner in zirka 800 *m* Höhe in einer Einsturzhöhle entdeckt.

f) **Schmidti Soósi** Csiki. Vom Rišnjak in Kroatien beschrieben. Mir in natura unbekannt.

Vielleicht gehört zu dieser Rasse ein von A. Winkler am Bitoraj bei Fužine in Kroatien gesammeltes Exemplar, welches sich vom typischen *Schmidti* durch nach hinten bauchig erweiterte, stärker gestreifte, matte Flügeldecken und eckigere Schultern unterscheidet. Dieses Stück steht jedenfalls dem *Schmidti Flachi* am nächsten, von dem es nach WINKLER durch breiteren Kopf, stärker erweiterte Schläfen, weniger gerundeten und weniger ausgeschweiften Seitenrand des Halsschildes und durch etwas breitere, flachere und seitlich weniger gerundete Flügeldecken unterscheidet.

---

[1] Die Rassenidentität des *Trechus Schmidti* aus der Kačna jama bei Divača mit jenem aus der Lindner-Grotte bei Trebič bestätigt den bereits seit langem vermuteten und von mir (Globus, 1908, Nr. 4) auf Grund der Verbreitung des *Pterostichus fasciato-punctatus* als richtig befundenen Zusammenhang zwischen der Reka bei Divača und dem Fluß in der Lindner-Grotte. In Nordistrien kommt eine vom typischen *Schmidti* recht verschiedene Rasse vor, was daher irgendeinen mutmaßlichen hydrographischen Zusammenhang dieser Gegend mit der Trebičer Grotte ausschließt.

Ein reicheres Material aus Kroatien wird erst die Entscheidung ermöglichen, ob *Schmidti Flachi* vom Monte Maggiore und *Schmidti Soósi* vom Rišnjak (beziehungsweise die Form vom Bitoraj) als eigene Rassen zu trennen sind oder nicht. Jedenfalls scheinen sie einander außerordentlich nahe zu stehen.

Zu *Trechus Schmidti* i. w. S. gehören wahrscheinlich auch folgende vier Formen, die vielleicht mit irgendeiner der hier angenommenen Rassen zusammenfallen, was sich aber ohne Einsichtnahme der Typen nicht entscheiden läßt.

Anophthalmus Motschulskyi Ferd. Schmidt. In der Originalbeschreibung (l. c.) heißt es unter anderem:

»Das Tierchen hat viele Ähnlichkeit mit *A. Schmidti*, ist jedoch stets um ein Drittel kleiner und nebstdem durch die nur einmal unterbrochene Kopfschwiele, die stärkere Behaarung der Fühler und besonders durch die gewölbtere Form der Flügeldecken und deren sichtliche Punktierung in den Streifen von der besagten Art gut zu unterscheiden.«

Nach der Abbildung (Taf. XII, Fig. 5) wären auch die Schultern erheblich breiter verrundet als beim *Schmidti*, doch wird darüber in der Beschreibung nichts erwähnt. Die Länge wird mit »etwas über 2 Linien« angegeben.

Ein Fundort wird nicht genannt. Da es jedoch heißt, daß diese Art in Gesellschaft des *A. Hacqueti* vorkommt, ist es nicht unmöglich, daß es sich hier um die von mir als *opacipennis* beschriebene Rasse aus der Pasica-Grotte handelt, wo tatsächlich auch der *Hacqueti* zu finden ist.

Anophthalmus cordicollis Motschulsky. Von dieser Form heißt es in der Originalbeschreibung: »Très voisin de l'*A. Schmidti*, mais plus petit et plus étroit aux élytres, corselet plus large en avant, plus rétréci en arrière, angles postérieurement saillant, stries plus distinctement ponctuées. — L. $2^1/_5$ lin. Je l'ai pris dans la Vranitzna jama«. (Étud. entom. 1862, 43.)

Anophthalmus rostratus Motschulsky. »Cette espèce m'a été envoyée de la Carniole comme *A. Schmidti*, mais elle ne s'accorde pas avec les exemplairs typiques de la caverne de Loueck, qui sont plus courts e plus larges dans toutes leurs parties; la tête surtout est plus etroite et plus sensiblement attennée en avant, que chez le *Schmidti*, ou elle est ovalaire. L. $2^2/_5$ lin.« (Étud. entom. 1862, 43).

Dieser *Anophthalmus* wurde bisher auf *Trechus hirtus* bezogen. Doch ist es auffällig, daß MOTSCHULSKY von der Behaarung nichts erwähnt, die ja bei *Trechus hirtus* auch einem flüchtigen Beobachter nicht leicht entgehen kann.

Anophthalmus trechioides Motschulsky. »Espèce de la Carniole qui m'a été donnée pour *A. Schmidti*, mais qui s'en distingue de suite par sa forme plus déprimée et ses élytres plus ovalaires, ce qui rappelle un peu nos grands *Trechus*. L'*Anophth. dalmatinus* Mill. diffère de notre espèce par sa forme plus petite, plus arqué sur les côtés, ses élytres plus larges et atténueés en arrière, les stries moins profondes etc.« (Étud. entom., 1862, 44).

Ein genauerer Fundort wird, ebenso wie beim vorigen *Anophthalmus*, nicht angegeben.

31. **Trechus (Anophthalmus) Erebus** H. Krauss. Wien. entom. Zeitg., 1906, 257.

Hell rötlichgelb, glänzend, mit etwas dunklerem Vorderkörper. Der Kopf und Halsschild äußerst kurz und fein, die Flügeldecken in der Basalhälfte etwas deutlicher behaart, die Härchen aber hier nur bei sehr starker Vergrößerung im Profile sichtbar. Der Kopf kaum schmäler als der Halsschild, mit schwach backenartig erweiterten Schläfen. Der mittlere Stirnwulst vom Scheitel durch einen deutlichen Quereindruck getrennt; die Stirnfurchen bis zu dieser Stelle scharf und tief, weiter hinten allmählich seichter. Der Halsschild kaum länger als breit, im vorderen Drittel gleichmäßig gerundet erweitert, gegen die stumpf- oder

rechtwinkeligen, nie seitlich vorspringenden Hinterecken fast geradlinig verengt, am Vorderrande kaum, am Hinterrand innerhalb der Basaleindrücke deutlich ausgeschnitten. Die Flügeldecken länglich oval, an der breitesten Stelle hinter der Mitte mehr als doppelt so breit als der Halsschild im vorderen Drittel[1], von da an nach vorne sehr deutlich verengt und hinter den kräftig markierten, stumpfwinkeligen Schulterecken etwas eingezogen, an der Spitze einzeln abgerundet. Die ersten vier Dorsalstreifen wenig tief, nicht deutlich punktiert und nach vorne und nach hinten allmählich seichter, meist auch noch der 5. bis 7. Streifen in der Mitte schwach angedeutet. Im Verlaufe des dritten Dorsalstreifens befinden sich vier bis fünf Borstenpunkte. Der vorderste Punkt der Series umbilicata stark nach innen gerückt und hinter dem Niveau des ersten Seitenrandpunktes gelegen. Die Beine und Fühler ziemlich lang, letztere etwa drei Viertel so lang als der Körper, ihr drittes Glied fast doppelt so lang als das zweite, das vierte etwas kürzer als das dritte, die beiden vorletzten etwa viermal so lang als breit. — Länge: 6 bis 7 *mm*.

Diese Art ist mit keiner anderen sehr nahe verwandt. Von *Trechus hirtus* unterscheidet sie sich vor allem durch die kaum sichtbare Behaarung und breitere, stärker gewölbte, an den Schultern stark eckig vortretende Flügeldecken; von *Mariae*, mit dem sie in der Zahl der Borstenpunkte am dritten Dorsalstreifen übereinstimmt, hauptsächlich durch die ganz anders gestaltete Flügeldeckenspitze differierend und ebenso von *Schmidti*, der sonst in der Schulterbildung dem *Erebus* am nächsten steht.

Verbreitung und Lebensweise. Diese Art wurde 1905 von Dr. Hermann Krauss und Prof. Karl A. Penecke in der Vračka lukna bei Praßberg in Untersteiermark entdeckt und daselbst mit faulen Knochen geködert. Weitere Fundorte sind: Die Trbiška-Zijalka oder Ermenc-Höhle bei Leutsch im oberen Sanntal (Dr. Krauss, Juli 1906, an faulem Knochenköder); die Eriauc-Grotte bei Leutsch (Juli 1906, ein totes Exemplar; nach Dr. KRAUSS, Mitt. Naturw. Ver. für Steierm., Jahrg. 1907, 312); ferner eine Höhle im Dobravlje-Gebirge bei Fraßlau, ebenfalls in Untersteiermark (Oberleutnant Pož, 1 Exemplar).

32. **Trechus (Anophthalmus) Mariae** Schatzmayr. Münch. Koleopt. Zeitschr., II, 1904, 210.

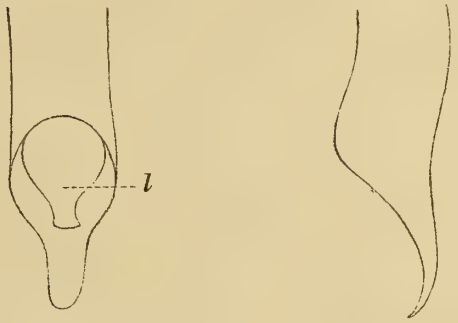
Rötlichgelb mit etwas dunklerem Vorderkörper, glänzend, beim ♀ jedoch die Flügeldecken matt. Die Oberseite des Kopfes und des Halsschildes äußerst kurz, die Flügeldecken deutlich, spärlich behaart, allerdings viel schwächer als bei *hirtus*; die Schläfen ebenfalls mit abstehenden, feinen Härchen besetzt. Der Kopf etwas schmäler als der Halsschild, mit schwach gerundeten Schläfen und vollständigen, im hintersten Teil etwas schwächer eingedrückten Stirnfurchen; der Mittelwulst der Stirn durch einen schwachen Quereindruck von der Scheitelwölbung getrennt. Die Fühler etwa drei Viertel so lang als der Körper, ihr drittes Glied doppelt so lang als das zweite, das vierte etwas kürzer als das dritte, die beiden vorletzten drei- bis viermal so lang als breit. Der Halsschild herzförmig, etwa so lang als breit, im vorderen Drittel gerundet-erweitert, vor den scharf rechtwinkeligen oder etwas spitzen, seitlich leicht vortretenden Hinterecken mäßig ausgeschweift. Die Flügeldecken länglich, ziemlich flach, zusammen fast doppelt so breit als der Halsschild, mit stumpfwinkeligen, aber an der Spitze ziemlich breit verrundeten Schulterecken, sehr schwach gerundeten Seiten und deutlich abgestutztem, außerhalb des kurz zahnförmig vortretenden Nahtwinkels seicht ausgebuchtetem Apicalrand. Die drei bis vier inneren Dorsalstreifen ziemlich seicht und nur undeutlich punktiert, nach vorn und hinten erlöschend; die äußeren nur schwach angedeutet oder gänzlich erloschen. Im Verlaufe des dritten Streifens befinden sich vier Borstenpunkte. Der erste, nach innen gerückte Punkt der Series umbilicata in oder vor dem Niveau des zweiten (am Seitenrande befindlichen Punktes) gelegen. Das Abdomen auf der Unterseite deutlich und ziemlich dicht pubeszent. Die Beine lang und schlank, der über den Flügeldeckenrand hinausragende Teil der Hinterschenkel etwa anderthalbmal so lang als eine Flügeldecke daselbst breit. Der Penis (Fig. 4), von der Dorsalseite betrachtet, mit lappenförmig vorgezogener Spitze; die vor der Mündung des Ductus ejaculatorius befindliche Ligula

[1] Nicht »an der Basis«, wie es in der Originalbeschreibung irrtümlich heißt.

gegen das Ende stark verjüngt und in einen ziemlich langen, etwas asymmetrischen, am Ende abgestutzten Fortsatz endigend. — Länge: 5·5 bis 6 *mm*.

Trechus Mariae erinnert durch die Bildung der Flügeldeckenspitze am meisten an *Tr. Schmidti*, von dem er sich aber schon durch die deutliche Pubeszenz des Abdomens und der Flügeldecken, die längeren Beine, die gestreckteren und flacheren, viel seichter gestreiften Flügeldecken und die vier Borstenpunkte am dritten Dorsalstreifen hinlänglich unterscheidet. Vom *Tr. Erebus* Krauss, mit dem unsere Art in der Zahl der Borstenpunkte am dritten Dorsalstreifen übereinstimmt, durch geringere Größe, erheblich flachere

Fig. 4. Fig. 5.



Penisspitze von *Trechus Mariae* Schatzm. — *l* = Ligula.

Fig. 4 Dorsalansicht. Fig. 5 im Profil.

und schmälere, hinter der Mitte nicht deutlich bauchig erweiterte, an den Schultern viel stärker abgerundete und an der Spitze ganz anders gestaltete Flügeldecken verschieden. Von *Tr. hirtus* und *pubens* durch die viel kürzere Behaarung der Oberseite und den zahnartig vortretenden Nahtwinkel der Flügeldecken sofort zu unterscheiden.

Verbreitung und Lebensweise. Diese Art wurde von A. Schatzmayr im sogenannten »Eggerloch« bei Warmbad Villach, am Fuß des Dobratschgebirges unter moderndem Holze entdeckt und seither in dieser Höhle mehrfach gesammelt. Ein mit dem typischen *Mariae* vollkommen übereinstimmendes Exemplar (♂) hat mein Schüler Egon Pretner in einem verlassenen Stollen bei der Valvasorhütte am Stol (Hochstuhl) in den Karawanken zusammen mit *hirtus Pretneri* gefunden. [1]

33. **Trechus (Anophthalmus) hirtus** Sturm. Deutschl. Ins., XXII, 1853, 93, t. 408, Fig. *b. B.*; Schaum, Natg. Ins. Deutschl., I, 1860, 662; Joseph, Berl. ent. Zeitsch., 1870, 266; Ganglbauer, Käf. von Mitteleur., I, 1892, 218. — Subsp. **Ajdovskanus** Ganglbauer. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Bd. XC, 11 [21]. — Subsp. **Micklitzi** Ganglbauer. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math. naturw. Kl., Bd. XC, 11 [21]. — Subsp. nova **Pretneri m.** — Subsp. **Kertecsi** Csiki. Ann. Mus. Hung., 1912, 511; *Stilleri* Ganglbauer in litt. — Subsp. **istrianus** Ganglbauer. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Bd. XC, 12 [22]. — Subsp. **Mayeri** J. Müller. Wien. entom. Zeitg., 1909, 273. — Subsp. **spectabilis** Joseph. Berl. ent. Zeitschr. 1870, 267. — Subsp. **Severi** Ganglbauer. Verhandl. zool. botan. Ges. Wien, 1897, 565.

Zweifelhafte Formen.[2] *Anophthalmus costulatus* Motschulsky. Étud. ent., XII, 1862, 42. — *Anophth. hirtus* var. *convexus* Joseph, Berl. ent. Zeitschr., 1870, 267.

---

[1] Das gemeinsame Vorkommen von *Trechus Mariae* und *hirtus* am Stol in den Karawanken schließt jeden Zweifel an der spezifischen Verschiedenheit dieser beiden Trechen aus.

[2] Den bisher als fragliche Varietät des *hirtus* betrachteten *Anophthalmus longicornis* Motsch. identifiziere ich mit *Trechus globulipennis* Ganglb. 1896, nec Schaum 1860 (vgl. weiter unten bei *Orotrechus!*).

Blaß bräunlich oder rötlichgelb, mit etwas dunklerem Vorderkörper, glänzend, die Flügeldecken beim ♀ matt. Die Oberseite deutlich, abstehend und ziemlich dicht behaart. Der Kopf etwas schmäler, bisweilen fast so breit als der Halsschild, länglich, mit mehr oder weniger stark gewölbten Schläfen und im hinteren Teil sehr seichten oder gänzlich erloschenen Stirnfurchen. Der mittlere Stirnwulst von der Scheitelwölbung durch eine bald stärker, bald schwächer ausgebildete, selten gänzlich fehlende Depression geschieden. Die Fühler $^3/_4$ bis $^4/_5$ so lang als der Körper, das dritte Glied fast doppelt so lang als das zweite und etwas länger als das vierte, die beiden vorletzten 4 bis 5mal so lang als breit. Der Halsschild schwach herzförmig, nicht oder kaum länger als breit, im vorderen Drittel am breitesten, vor den kleinen, meist spitz vortretenden Hinterecken schwach ausgeschweift, die Basis innerhalb derselben mit einem mehr oder weniger deutlichen, kleinen bogenförmigen Ausschnitt. Die Flügeldecken lang gestreckt, beim ♂ glänzend, flach gewölbt, beim ♀ matt und depress, seitlich sehr schwach gerundet und hinter der Mitte am breitesten, mit sehr stark abgeschrägten Basalrändern und stumpf verrundeten Schulterecken. Die Apicalränder der Flügeldecken einzeln flach verrundet, der Nahtwinkel nicht vortretend. Die Dorsalstreifen seicht, schwach punktiert, nach außen und gegen die Spitze erloschen; die Zwischenräume mit unregelmäßigen Längsreihen feiner, körniger Punkte, aus denen die schräg aufwärts gerichteten Härchen entspringen. Am dritten Dorsalstreifen befinden sich drei bis fünf Borstenpunkte, die oft unsymmetrisch ausgebildet und gelegen sind.[1] Der nach innen gerückte vorderste Punkt der Series umbilicata liegt etwas vor, in oder hinter dem Niveau des zweiten (am Seitenrande befindlichen) Punktes. Das Abdomen auf der Unterseite dicht anliegend pubeszent. Die Beine lang und schlank. Länge: 5 bis 7 *mm*.

Verbreitung und Lebensweise. — Diese ungemein variable Art bewohnt ganz Krain, den Tarnowaner Wald bei Görz, den Triester und nordistrianischen Karst sowie das Hinterland von Fiume. Sie kommt ausschließlich in Höhlen, ausnahmsweise auch in aufgelassenen Bergwerksstollen (zum Beispiel am Stol in den Karawanken) vor. In der Regel hält sie sich in den innersten Teilen der Höhlen auf, wo sie entweder unter Steinen, bisweilen aber auch nach Art der Höhlensilphiden an den Wänden frei herumkletternd gefunden wird. In genügend tiefen und feuchten Einsturzschächten (wie zum Beispiel in der Noe-Grotte bei Nabresina) kommt sie auch unmittelbar unter der Eingangsöffnung unter Steinen vor. Im Freien ist sie bisher noch nie beobachtet worden.

Übersicht der Rassen.

1. Die Pubeszenz der Oberseite relativ kurz, kaum $^1/_5$ bis $^1/_6$ so lang als die langen Tastborsten . 2

— Die Pubeszenz der Oberseite viel länger, die Haare der Flügeldecken fast ein Drittel so lang als die Tastborsten. — Länge: 6 bis 7 *mm* . . . . . **hirtus Severi** Ganglb.

2. Die verjüngte Apicalpartie des Penis kürzer (Fig. 6 und 7), bei seitlicher Betrachtung stärker gekrümmt erscheinend 3

— Die verjüngte Apicalpartie des Penis länger (Fig. 8), bei seitlicher Betrachtung flacher gekrümmt erscheinend 4

3. Die Ligula des Penis (Fig. 6) zugespitzt oder an der Spitze schmal abgerundet. Länge 5 bis 6 *mm* **hirtus hirtus** Sturm.

— Die Ligula des Penis an der Spitze abgestutzt und sehr seicht ausgerandet. — Länge: 6 *mm* **hirtus Ajdovskanus** Ganglb.

— Die Ligula des Penis kräftig, stark chitinisiert, an der Spitze tief stumpfwinklig ausgeschnitten und daher zweizähnig (Fig. 7). — Länge: 6 *mm* . . . . . **hirtus Micklitzi** Ganglb.

---

[1] Auch die Marginalborsten des Halsschildes neigen zu einer Vermehrung, indem vor der vorderen, normalen Marginalseta oft noch eine zweite ausgebildet ist.

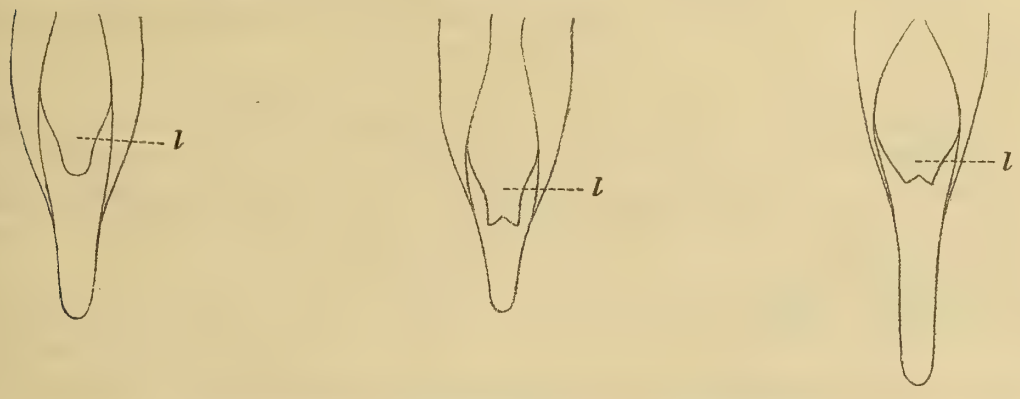
4. Die Ligula des Penis mehr oder weniger stark winklig ausgeschnitten 5

— Die Ligula des Penis am Ende abgerundet 6

5. Der Halsschild im vorderen Drittel schwächer gerundet, die Flügeldecken flacher, schmäler und hinter der Mitte nicht deutlich erweitert. Die Ligula des Penis stark chitinisiert. — Länge: 5·5 bis 6·6 *mm* . . . . . **hirtus Pretneri** nov. subsp.

— Der Halsschild vorne viel stärker gerundet, die Flügeldecken gewölbter, breiter, hinter der Mitte stärker erweitert, beim ♂ sehr stark glänzend, beim ♀ matt. Die Ligula des Penis schwach chitinisiert und daher oft undeutlich. — Länge: 6·5 bis 7 *mm* . . . . . **hirtus Mayeri** J. Müll.

Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.



Apicalteil des Penis verschiedener *hirtus*-Rassen in der Dorsalansicht.

Fig. 6. *hirtus hirtus* Sturm. Fig. 7. *hirtus Micklitzi* Ganglb. Fig. 8. *hirtus Pretneri* J. Müll.

6. Kopf mit schwächer gerundeten Schläfen, Halsschild und Flügeldecken sowie die Beine und Fühler schlanker. — Länge: 5·8 bis 6 *mm* . . . . . **hirtus Kerteczi** Csiki.

— Kopf breiter, mit stärker gerundeten, deutlich backenartig vortretenden Schläfen. Halsschild, Flügeldecken, Beine und Fühler breiter und kürzer. — Länge: 5·5 bis 6 *mm* . **hirtus istrianus** Ganglb.

---

a) **hirtus hirtus** Sturm. Kleine, zarte, blaß gelbrote Form, mit schmalem Kopf und wenig breitem, vorne nur schwach gerundet erweitertem Halsschild. Die Stirnfurchen hinten in eine seicht eingeschnittene, aber deutliche, die Schläfen umschreibende Bogenlinie fortgesetzt. — Länge: 5 bis 6 *mm*.

Von Ferdinand Schmidt in einer Grotte auf dem Krimberg bei Oberigg in Krain entdeckt. Die von mir untersuchten Exemplare stammen aus folgenden Höhlen: St. Kanzian in Krain (Sesek 1892, zahlreiche Exemplare, zusammen mit *Trechus Schaumi*; jetzt im Wiener Hofmuseum); Höhle in der Umgebung von Domžale (J. Stussiner, Wiener Hofmuseum, 1 Exemplar); Grotte bei Aich (Wiener Hofmuseum, 1 Exemplar ex coll. Bittner); Höhle bei Sadlog zwischen Zoll und Idria (19. September 1909, R. Hicker, Wiener Hofmuseum, 3 Exemplare). JOSEPH (Berlin. entom. Zeitschr., 1870) gibt als Fundorte auch die Höhlen um Vir und Moräutsch sowie die Velka pasica auf dem Krimberge bei Oberigg an; Dr. KRAUSS (in HAMANN, Höhlenkunde, p. 260) führt ihn von der Dolga jama am Sumberg bei Domžale (Ende Juni 1896, 1 Exemplar) und der Ihanska jama bei Jauchen (slov. Ihan) nächst Domžale (Ende Juni 1896, unter Steinen nicht selten, samt Larven) an.

In den Grotten um Vir, Aich und St. Kanzian kommt diese Art meist in Gesellschaft des *Trechus Schaumi*, in der Velka Pasica am Krimberg zusammen mit *Bilimeki Hacqueti* und *Schmidti opacipennis* vor.

b) **hirtus Ajdovskanus** Ganglbauer. Vom typischen *hirtus* fast nur durch die nach hinten undeutlichen Stirnfurchen und die am Ende schwach ausgerandete Ligula differierend.

Bisher nur in einem von Prof. Dr. Fritz Netolitzky in der Ajdovska peč bei Bründl nächst Gurkfeld an der steirisch-krainischen Grenze gesammelten, unreifen Exemplar (♂) bekannt, das sich gegenwärtig im Wiener Hofmuseum befindet. In derselben Höhle auch *Bathyscia Freyeri Netolitzkyi* J. Müll.

c) **hirtus Micklitzi** Ganglbauer. Vom typischen *hirtus* durch kräftigeren Körperbau, breiteren Kopf, stärker gerundete Schläfen, breiteren im vorderen Drittel in stärker konvexer Kurve gerundeten Halsschild, breitere Flügeldecken, vor allem aber durch die kräftige, stark chitinisierte, an der Spitze winkelig ausgeschnittene Ligula des Penis (Fig. 7) verschieden. — Länge: 6 *mm*.

In der Častitlja jama bei Radmannsdorf in Oberkrain, zuerst von Micklitz (7. September 1880, 1 ♀ im Wiener Hofmuseum), später von Franz Tax gesammelt. Einige Stücke fand auch mein Schüler E. Pretner in der Babji zob-Grotte (August 1911 und 1912). In denselben Höhlen kommt auch *Oryotus Micklitzi* vor.

d) **hirtus Pretneri** m. subsp. nova. Mit dem vorigen zunächst verwandt und von ihm durch den im vorderen Drittel schwächer gerundet erweiterten, nach hinten weniger verengten, daher an der Basis breiteren Halsschild, etwas schlankere Flügeldecken und die Penisform verschieden. Die verjüngte Apicalpartie des Penis ist erheblich länger als bei *Micklitzi* und der Ausschnitt am Ende der Ligula ist viel seichter, schwach stumpfwinkelig (Fig. 8). — Länge: 5·5 bis 6·6 *mm*.

Diese Rasse lebt in einem verlassenen Stollen bei der Valvasorhütte am Stou (Hochstuhl) in den Karawanken. Von Egon Pretner im August 1911 und 1912 in mehreren Exemplaren (♂♀) durch Ködern mit faulem Fleisch entdeckt. In demselben Stollen auch *Aphaobius Milleri Pretneri* J. Müll.

e) **hirtus Kertecsi** Csiki (*Stilleri* Glb. i. l.). Vom typischen *hirtus* durch stärker gerundete Schläfen und den in eine längere Spitze ausgezogenen Penis verschieden. Die Stirnfurchen, wie beim Typus, hinten schwach fortgesetzt. — Länge: 5·8 bis 6 *mm*.

Von Viktor Stiller in einer Grotte bei Lokve in Kroatien an der Bahnstrecke Fiume—Karlstadt entdeckt. In derselben Höhle *Trechus Bilimeki* subsp., *Bathysia acuminata*, *Leptoderus Hohenwarti*, *Astagobius angustatus* und *Propus sericeus*.

f) **hirtus istrianus** Ganglbauer. Vom vorigen und von der typischen Form durch erheblich robusteren Körperbau, stark gerundete, backenartig vorspringende Schläfen, breiteren Halsschild, kürzere, gewölbtere Flügeldecken sowie erheblich kürzere und dickere Beine und Fühler verschieden. Die Flügeldecken des ♂ wenig glänzend. Der Penis wie bei *Stilleri* in eine längere Spitze ausgezogen, die Ligula breit verrundet. — Länge: 5·5 bis 6 *mm*.

In der Dimnice-Grotte bei Markovšina in Nord-Istrien von H. v. Krekich, C. de Mayer und mir 1908 entdeckt und seither dort mehrfach gesammelt. Diese Rasse wurde dort in den Monaten Februar, März, April, Mai, September und Oktober beobachtet, und zwar teils zusammen mit *Trechus Bilimeki tergestinus* unter Steinen am Grunde des großen Einsturzschachtes, teils auch in den tieferen Teilen der Höhle an den Wänden frei umherkletternd. Man findet sie auch am ausgelegten Knochenköder.

In derselben Höhle auch *Leptoderus Hohenwarti reticulatus* und *Oryotus Schmidti subdentatus*.

g) **hirtus Mayeri** J. Müller. Durch die große robuste Körperform und den starken Glanz der Oberseite beim ♂ sehr ausgezeichnet. Der Kopf erheblich breiter als beim Typus, jedoch etwas schmäler als bei *istrianus*, mit weniger stark hervortretenden Schläfen. Der Halsschild breiter als beim Typus, jedoch schmäler und deutlicher herzförmig als bei *istrianus* und bereits vom vorderen Drittel nach hinten fast geradlinig verengt (bei *istrianus* hingegen auch hinter der Mitte in deutlich konvexer Kurve gerundet). Die Flügeldecken erheblich breiter als beim Typus, weniger gewölbt und viel feiner gestreift als bei *istrianus*, beim ♂ stark glänzend, beim ♀ matt und flacher. Der Penis mit lang ausgezogener Spitze und schwach chitinisierter, an der Spitze eingeschnittener Ligula. — Länge: 6·5 bis 7 *mm*.

Fundort: Noe-Grotte bei Nabresina im Triester Karst, am Grunde des über 60 *m* tiefen Einsturzschachtes unter Steinen und in flachen, mit Kalkgrus gefüllten Sinterbecken. Die beiden ersten mir bekannten Stücke wurden auf einer Expedition des »Club Touristi Triestini« am 12. Mai 1895 gefunden; später von C. de Mayer, H. v. Krekich-Strassoldo, A. Schatzmayer, Dr. H. Springer und mir in Anzahl gesammelt (27. Februar 1910 und 29. Juni 1911).

In derselben Höhle, jedoch in tiefer gelegenen Teilen, findet man *Leptoderus Hohenwarti reticulatus* und *Bathyscia Khevenhülleri*, dafür aber keinen anderen blinden *Trechus*.

h) **hirtus spectabilis** Joseph. Vom typischen *hirtus* durch dunklere Färbung, breiteren, an den Schläfen stärker gerundeten Kopf, etwas breitere und gewölbtere, seitlich stärker gerundete Flügeldecken, vor Allem aber durch die bedeutendere Körpergröße und den in eine längere Spitze ausgezogenen Penis verschieden. Die Stirnfurchen hinten undeutlich. — Länge: 5·6 bis 7 *mm*.

Dr. JOSEPH hat die Rasse *spectabilis* nach vier Exemplaren beschrieben. Eines hat er selbst in der Velka Pasica bei Oberigg erbeutet, ein anderes erhielt er durch einen Krainer Sammler ohne nähere Fundortsangabe und zwei weitere Exemplare aus Innerkrain sah er in der Sammlung des Herrn M. Schenk.

Mir sind die JOSEPH'schen Typen nicht vorgelegen. Was ich in dieser Arbeit als *hirtus spectabilis* charakterisiert habe, ist eine große Rasse, die mir aus folgenden Höhlen vorliegt: Magdalenenschacht bei Adelsberg (Dr. Knirsch 1910, in Anzahl, fast lauter ♀♀); Črna jama bei Adelsberg (Pretner, Juli 1910, fast lauter ♂♂); Schneider-Schacht bei Karnizza im Tarnowaner Wald (E. Pretner und H. Springer, Juni 1911, wenige ♂♂).

Der Grund, weshalb ich diese Form vorläufig als *hirtus spectabilis* betrachte, liegt in der JOSEPH'schen Angabe, daß sich diese Rasse vom Typus hauptsächlich durch bedeutendere Körpergröße unterscheidet. Eine sichere Entscheidung über die Rassenzugehörigkeit der Adelsberger Stücke muß aber erst einem genauen Vergleich der JOSEPH'schen Typen vorbehalten bleiben.

i) **hirtus Severi** Ganglbauer. Von allen vorhergehenden Rassen durch die viel längere Behaarung der Oberseite verschieden. Besonders auf den Schläfen sind die Haare auffallend dicht und lang. Von der Größe des *hirtus spectabilis*, jedoch der Halsschild schlank, die Flügeldecken flacher, nur innen und auch hier sehr seicht gestreift, die Beine und Fühler etwas schlanker. Die Stirnfurchen hinten undeutlich. — Länge: 6 bis 7 *mm*.

Von J. Sever in der Volčja jama am Nanos entdeckt und seither dort meines Wissens nur vom Oberförster A. Haucke wiedergefunden. Ein Exemplar nicht ganz sicherer Provenienz erhielt ich durch Herrn Dr. E. Schreiber (Görz); es soll im Gebiete des Krn (südl. Jul. Alpen) aufgefunden worden sein, was aber jedenfalls erst der Bestätigung bedarf.

Übergangsstücke und nicht sicher gedeutete Formen.

Zwei Exemplare (♂♂) aus der Luegger Höhle (eines von Dr. Knirsch 1910 gesammelt, ein anderes ohne Angabe des Sammlers im Wiener Hofmuseum) stimmen mit *hirtus spectabilis* aus der Adelsberger Gegend ziemlich überein, haben aber einen schmäleren Kopf und Halsschild. In der Behaarung bilden sie den Übergang zu *hirtus Severi*.

Ein Stück (♀) aus der Kellergrotte bei Nußdorf an der Poik in Innerkrain (Stussiner) sowie ein ♀ aus der Planina-Höhle halten in der Größe die Mitte zwischen *spectabilis* und dem typischen *hirtus* ein. Durch die hinten undeutlichen Stirnfurchen stimmen sie mehr mit *spectabilis* überein. Die genaue Rassenzugehörigkeit kann erst nach einem Vergleich der ♂♂ festgestellt werden.

Ein ♀ aus Gottschee (ex coll. Tax-Graz) hat die Größe des *spectabilis* von Adelsberg, jedoch bei fast gleicher Kopfbreite einen erheblich schlankeren Halsschild mit vorn viel flacher gerundeten Seiten und

lang abgesetzten, parallelseitigen, rechtwinkligen Hinterecken mit scharfer Spitze. Die Stirnfurchen hinten allmählich undeutlich. Wahrscheinlich eigene Rasse; doch müßte zunächst noch weiteres Material behufs Präzisierung der Rassenmerkmale (namentlich des Penis) vorliegen.

Ebenso bleibt noch zukünftigen Aufsammlungen vorbehalten, festzustellen, welcher Rasse der *Trechus hirtus* aus der Dante-Grotte bei Tolmein im Görzischen angehört, von dem mir bloß zwei abgescheuerte Flügeldecken vorliegen (gefunden von Vl. Kuščer im Mai 1909). Von unseren Triester Sammlern mehrfach unternommene Nachforschungen in der besagten Höhle blieben resultatlos, so daß jedenfalls der *Trechus hirtus* in der Dante-Grotte äußerst selten sein muß. Vielleicht würde das Auslegen von Ködergläsern zu einem besseren Resultate führen.

Anophthalmus costulatus Motschulsky ist nach der Originalbeschreibung höchstwahrscheinlich ein *hirtus* ♂; doch läßt sich ohne Einsichtnahme der Typen nicht genau feststellen, ob er dem echten *hirtus* Sturm oder aber einer anderen Rasse angehört, zumal kein näherer Fundort (außer Krain) angegeben ist.

Schließlich sei noch die Varietät *convexus* Joseph erwähnt, die nach einem vom Autor in der Pasica-Grotte auf dem Krimberge 1865 gesammelten Exemplar beschrieben ist. »Dieselbe, ein ♂, zeichnet sich durch stärkere Basaleindrücke und Länge des Thorax, auffallend starke Wölbung der Flügeldecken, dunklere, stärker abstehende Behaarung, weniger stumpf abgerundete Spitzen der Flügeldecken und größere Länge des erweiterten ersten Tarsalgliedes an den Vorderfüßen aus. Außerdem fällt die größte Breite der Flügeldecken weiter nach hinten als in der Grundform« (ex JOSEPH, Berlin. entom. Zeitschr., 1870, 267).

Da JOSEPH aus der Pasica-Grotte auch seine var. *spectabilis* beschreibt und da nicht anzunehmen ist, daß in derselben Grotte zwei verschiedene Rassen derselben Art vorkommen, so handelt es sich hier, falls Fundortverwechslungen ausgeschlossen sind, wohl nur um individuelle Aberrationen derselben Rasse, die JOSEPH unter verschiedenen Namen beschreibt.

34. **Trechus (Anophthalmus) pubens** Bedel. Ann. Soc. entom. France, 1866, Bull. CXXV; Ganglbauer, Käf. v. Mitteleur., I, 1892, 219; *pubescens* Joseph, Berlin. entom. Zeitschr., 1870, 268. — Aberr. aut. Subsp. (?) **amplus** Joseph, l. c., 269.

Kopf und Halsschild rotbraun, schwach glänzend, Fühler, Beine und die matten[1] Flügeldecken gelbbraun. Die ganze Oberseite fein und dicht, wenig abstehend behaart. Der Kopf kaum schmäler als der Halsschild mit hinten verkürzten Stirnfurchen. Die Fühler lang, das zweite Glied etwa ein Drittel kürzer als das erste, das dritte fast doppelt so lang als das zweite und etwa $1^1/_3$ so lang als das vierte. Der Halsschild länglich, vor der Mitte am breitesten, der Seitenrand sehr schmal abgesetzt und von den Vorderecken bis zum basalen Drittel oder Viertel fast gleichmäßig schwach gerundet, vor den kleinen, nicht scharf abgesetzten, spitzen Hinterecken sanft ausgeschweift. In der schmalen Seitenrandkehle scheinen die Marginalborsten zu fehlen; wenigstens sind sie bei den zwei mir vorliegenden Exemplaren nicht vorhanden und auch die entsprechenden Borstenpunkte nicht sichtbar. Die Flügeldecken langgestreckt, hinter der Mitte mehr als doppelt so breit als der Halsschild, von da an nach vorne in schwacher Kurve verengt; der leicht ausgebuchtete Schulterrand stark abgeschrägt, daher die Schulterecken wenig markiert, stark verrundet. Der Nahtstreifen nur im basalen Drittel schwach markiert, dann vollkommen erloschen, so daß der vom zweiten, fast der ganzen Länge nach deutlich vertieften Streifen eingeschlossene Nahtzwischenraum sehr breit erscheint. Die zwei oder drei nächsten Streifen schwächer als der zweite, doch wenigstens in der Mitte noch deutlich erkennbar, die äußeren Streifen gänzlich erloschen. Der erste Punkt der Series umbilicata in oder hinter dem Niveau des zweiten befindlich, der vierte vom dritten viel weiter entfernt als dieser vom zweiten. Im Verlaufe des dritten Streifens befinden sich drei Borstenpunkte, wovon

[1] Nach JOSEPH sollen auch die ♂♂ matte Flügeldecken besitzen.

der mittlere weit hinter der Mitte der Flügeldecken gelegen ist. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens reicht fast bis zum Niveau des präapicalen Borstenpunktes. Die Unterseite sehr deutlich, mäßig dicht, anliegend behaart, die einzelnen Haare entspringen aus mäßig starken, oft in die Quere gezogenen und am Vorderrande schwach körnig erhobenen Punkten. — Länge: 6 *mm*.

Von *Trechus hirtus* durch mehr anliegende Behaarung der Oberseite, mehr gegen die Mitte gerückte Maximalbreite des Halsschildes und vielleicht auch durch den Mangel der Marginalborsten des Halsschildes verschieden.

Vorkommen. Nach Dr. JOSEPH in der Mrzla jama am Kreuzberge bei Laas und in der Planina-Grotte in Innerkrain. Die zwei mir aus dem Wiener Hofmuseum vorgelegenen Exemplare, nach denen die obige Beschreibung entworfen ist, tragen bloß die Angabe des Sammlers: »ROBIČ, Krain, 1869«.

Variabilität. JOSEPH beschreibt eine var. *amplus* nach äußerst selten vorkommenden Individuen von bedeutenderer Größe (3 bis 3·1 lin. gegen $2^1/_4$ lin. beim Typus), mit mehr parallelseitigen, nach hinten nur wenig mehr als nach vorne verengtem Halsschild und gröberer, spärlicher Behaarung. Nachdem ein Fundort nicht genannt wird, kann man vorläufig nicht entscheiden, ob es sich in diesem Falle um eine individuelle Aberration oder um eine Lokalrasse handelt.

5. Untergattung: **Aphaenopsis** J. Müller 1913.

Typus: *Trechus (Aphaenopsis) Apfelbecki* Ganglb.

Allgemeine Merkmale. Kopf groß, etwas breiter als der Halsschild, mit backenartig vortretenden, nach hinten stark verengten Schläfen; die Halseinschnürung ringsherum, also auch auf der Oberseite, deutlich.

Stirnrand über der Fühlerwurzel höckerartig erhaben. Zwei Supraorbitalborsten; die Stirnfurchen an der hinteren Supraorbitalborste endigend.

Die Fühler zwar lang, jedoch auffallend kräftig, sehr dicht und kurz behaart, ihre Glieder zur Basis nicht verengt, auch das erste zylindrisch (nicht wie bei anderen Trechen zur Basis und zur Spitze in längerer Kurve verengt). Das zweite Fühlerglied auffallend kurz, kaum halb so lang als das dritte.

Der Halsschild schmal, länger als breit, mit schmal, aber deutlich aufgebogenem Seitenrand und steil gestellten, hinter der Mitte von oben sichtbaren Epipleuren. Die hintere Marginalseta des Halsschildes fehlt.

Die Flügeldecken gegen die Basis stark abgeschrägt, mit ziemlich flach abgerundeten, der Anlage nach stumpfwinkeligen Schultern.

Der erste Punkt der Series umbilicata weit nach innen gerückt. Der vierte vom dritten viel weiter abgerückt als dieser vom zweiten.

An den männlichen Vordertarsen die beiden ersten Glieder erweitert.

Hieher eine einzige, bosnische Art von Aphaenopsartigem Habitus:

35. **Trechus (Aphaenopsis) Apfelbecki** Ganglbauer. Wien. entom. Zeitg., X, 1891, 127, Käf. von Mitteleur., I, 1892, 219; Apfelbeck, Käferf. Balk., I, 1904, 147.

Rotbraun, glänzend, auf der Oberseite kahl, das Abdomen anliegend, wenig dicht behaart. Der Kopf etwas breiter und erheblich länger als der Halsschild, die Maximalbreite (an den stark backenartig vortretenden Schläfen) relativ weit vorne, etwa in der Mitte zwischen der Halseinschnürung und dem Vorderrande des Clypeus, gelegen, die Schläfen daher lang und nach hinten verengt; die langen und tiefen Stirnfurchen ziemlich parallel, hinten nur mäßig divergierend und am hinteren Supraorbitalpunkt, etwas vor der dorsalen Halseinschnürung, endigend. Die Fühler etwa $^3/_4$ so lang als der Körper, ihr erstes Glied zylindrisch, das zweite erheblich kürzer als das erste und kaum halb so lang als das dritte, dieses

etwas länger als das vierte, das vorletzte Glied etwa dreimal so lang als breit und etwas kürzer als das letzte. Der Halsschild schmal, länger als breit, im vorderen Drittel am breitesten und in mäßig starker Rundung erweitert, gegen die spitz nach hinten vorspringenden Hinterecken in schwach konvexer Kurve verengt, an der Basis bogenförmig ausgeschnitten und daselbst deutlich schmäler als am Vorderrand. Die Scheibe des Halsschildes ziemlich gewölbt, mit tiefer Mittelfurche und schmalen, mit der Seitenrandkehle verschmolzenen Basaleindrücken. Die Flügeldecken flach gewölbt, eiförmig, etwas hinter der Mitte am breitesten, daselbst etwa dreimal so breit als der Halsschild, von da an gegen die schwach angedeuteten, verrundeten Schultern sehr deutlich verengt, am Basalrand sehr stark abgeschrägt, an der Spitze gemeinschaftlich abgerundet, mit stumpfen oder leicht verrundeten Nahtwinkeln. Die vier bis fünf inneren Dorsalstreifen erkennbar, schwach punktiert, aber mit Ausnahme des ersten nach vorne und hinten erloschen, die äußeren gänzlich fehlend; der Nahtstreifen vorne stark vertieft, gegen die Spitze der Flügeldecken allmählich schwächer, der umgebogene Teil desselben tief, aber kurz, am Ende etwas eingebogen. Im Verlaufe des dritten Streifens befinden sich drei Borstenpunkte, wovon der letzte, der Präapicalpunkt, vor dem umgebogenen Ende des Nahtstreifens gelegen ist. Der stark nach innen gerückte, kräftig entwickelte erste Punkt der Series umbilicata vor dem Niveau des zweiten gelegen; dieser mit dem dritten und vierten eine mit dem Seitenrande nach hinten deutlich divergierende Reihe bildend. Die Beine lang, fein, anliegend oder schwach abstehend behaart. Die Hinterschenkel die Spitze des Abdomens etwas überragend. — Länge: 6 *mm*.

Diese Art hat keinen näheren Verwandten und ersetzt in Bosnien die südfranzösischen *Aphaenops*-Arten, mit denen sie eine weitgehende habituelle Ähnlichkeit besitzt.

Vorkommen. Aus einer Höhle in der Preslica planina bei Konjica (bosnisch-herzegowinisches Grenzgebiet) beschrieben. Die mir vorliegenden Stücke wurden auf der in demselben Gebiet gelegenen Bjelašnica planina von Setnik gesammelt.

6. Untergattung: **Aphaenopidius** J. Müller 1913.

Typus: *Trechus (Aphaenopidius) Treulandi* J. Müll.

Allgemeine Merkmale: Kopf sehr groß, mit hinten verkürzten Stirnfurchen und drei Supraorbitalborsten jederseits. Mittlerer Stirnwulst durch einen tiefen, die beiden Stirnfurchen verbindenden Quereindruck von der Scheitelwölbung getrennt.

Die Fühler so lang als der Körper, das zweite Glied kürzer als das erste.

Der Halsschild quer, herzförmig, mit deutlich abgesetztem Seitenrand und schräg nach unten und innen gerichteten Epipleuren. Die vordere und hintere Marginalseta normal entwickelt.

Die Flügeldecken mit stark abgeschrägtem Schulterrand und flach verrundeten, der Anlage nach schwach stumpfwinkeligen Schulterecken.

Der erste Punkt der Series umbilicata vom Seitenrande nur sehr wenig weiter entfernt als der zweite.

An den männlichen Vordertarsen die zwei ersten Glieder erweitert. [1]

Ich gründe diese Untergattung für den durch seine Größe und den Aphaenopsartigen Habitus sehr auffälligen *Trechus Treulandi* aus Südsteiermark. [2]

---

[1] Nach freundlicher Mitteilung des Herrn Oberrevidenten Josef BREIT in Wien.

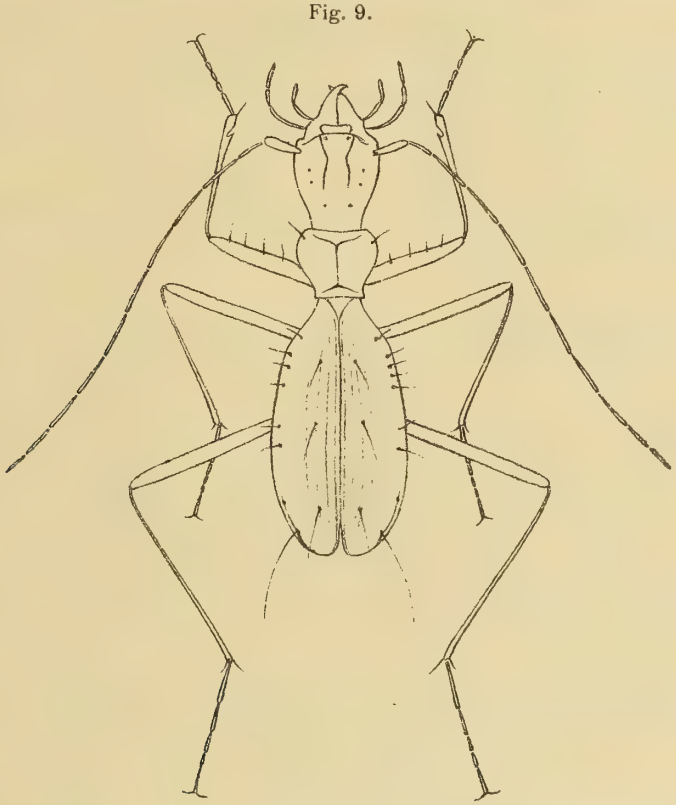
[2] Vielleicht gehört zur Untergattung *Aphaenopidius* auch der französische *Trechus Gounellei* Bedel, der in den wesentlichsten Punkten mit *Tr. Treulandi* übereinstimmt. Der einzige systematisch wichtigere Unterschied liegt eigentlich nur darin, daß bei *Tr. Gounellei* die Schultern in viel stärker konvexer, fast gleichmäßig gekrümmter Kurve gerundet sind und daß der Quereindruck der Stirne fehlt. Ob deshalb eine subgenerische Trennung von *Tr. Gounellei* und *Treulandi* erforderlich ist, muß zukünftigen Untersuchungen eines reicheren Materials, vor allem auch männlicher Exemplare, vorbehalten bleiben. Jedenfalls hielt ich es für wichtig, auf die mannigfachen Beziehungen des *Trechus Treulandi* zu *Gounellei* hinzuweisen.

36. **Trechus (Aphaenopidius) Treulandi** J. Müller. Wien. entom. Zeitg., 1909, 274.

Hellrötlich gelb, glänzend, nicht pubeszent. Der Kopf augenlos, fast etwas breiter und (mit eingelegten Mandibeln) doppelt so lang als der Halsschild, mit hinten abgekürzten Stirnfurchen und drei Supraorbitalborsten, von denen zwei außerhalb der Stirnfurchen und eine hinter denselben, in deren Verlängerung liegen. Der Kinnzahn klein, aber deutlich. Auf der Unterseite der Schläfen befinden sich zwei bis drei borstentragende Punkte.

Der Halsschild etwas breiter als lang, herzförmig, im vorderen Drittel am breitesten, im Basaldrittel ausgeschweift, mit scharf rechtwinkeligen Hinterecken. Der Seitenrand ziemlich schmal, aber deutlich abgesetzt, mit einem Borstenpunkt am Ende des apicalen Viertels und einem zweiten in den Hinterecken. Die Flügeldecken langgestreckt, mit nur schwach angedeuteten flach verrundeten Schulterecken, an den Seiten wenig gerundet, hinter der Mitte am breitesten, an der Spitze einzeln abgerundet. Bloß die vier bis fünf inneren Dorsalstreifen angedeutet. Am dritten Streifen befinden sich drei borstentragende Punkte. Das

Fig. 9.



Trechus (Aphaenopidius) Treulandi J. Müller. (Originalzeichnung nach der im Wiener Hofmuseum befindlichen Type.)

umgebogene Ende des Nahtstreifens sehr kurz und ziemlich weit hinter dem Präapicalpunkt endigend. Das Abdomen glänzend, die Mikroskulptur desselben besteht aus polygonalen, auf den mittleren Sterniten sehr stark in die Quere gezogenen Maschen. Das dritte Sternit jederseits der Mitte mit fünf, das vierte mit drei bis vier, das fünfte und sechste mit je drei borstentragenden Punkten. Diese stehen auf dem dritten bis fünften Sternit gruppenweise, auf dem sechsten jederseits hinter der Mitte desselben in einer Querreihe. Die Fühler und Beine stark verlängert, die ersteren so lang als der Körper und vom zweiten Gliede an deutlich pubeszent. Die Vorderschenkel etwas kräftiger als die übrigen, im basalen Viertel am breitesten, von da an zu den Trochanteren rasch, zur Spitze ganz allmählich, schwach verschmälert, am Innenrande mit spärlichen, langen Haaren versehen. Die Mittel- und Hinterschenkel fast überall gleich breit, länger und schmäler als die Vorderschenkel. — Länge (samt den Mandibeln): 8·5 *mm* (ex typ..)

Vorkommen und Lebensweise. Die weibliche Type, nach welcher obige Beschreibung entworfen ist, wurde im Sommer 1909 vom Herrn Sektionsrat Hans v. Krekich-Strassoldo Edlen von

Treuland, in einem Köderglas am Grunde der Höhle »Zelenjak« am Čret bei Franz in Südsteiermark gefunden. Später wurde ebendaselbst ein ♂ vom Herrn Dr. Ed. Knirsch geködert. Das dritte bisher bekannte, im Besitze des Herrn Ingenieurs H. F. Neumann (Graz) befindliche Exemplar, ein ♀, fand sich in einer von Dr. Hermann Krauss stammenden Rolle mit mehreren *Trechus Erebus* aus der »Vračka luknja« bei Praßberg in Südsteiermark vor.

7. Untergattung: **Pseudaphaenops** Winkler 1912.

Typus: *Trechus (Pseudaphaenops) tauricus* Winkler.

Allgemeine Merkmale. Der Kopf bedeutend länger, aber kaum breiter als der Halsschild, mit hinten verkürzten Stirnfurchen.

Die Fühler sehr schlank, wenig kürzer als der Körper, ihr zweites Glied kaum kürzer als das erste.

Der Halsschild länglich, ziemlich gewölbt, mit äußerst fein gerandeten Seiten und senkrecht gestellten Epipleuren. Die hintere Marginalseta kräftig entwickelt und weit nach vorne gerückt.

Die Flügeldecken mit stark abgeschrägtem Schulterrand. Der erste Punkt der Series umbilicata vom Seitenrande nicht weiter entfernt als der zweite.

An den männlichen Vordertarsen die beiden ersten Glieder erweitert.

Hierher vorläufig nur die folgende, durch Aphaenopsartigen Habitus und lang abstehend behaarten Kopf höchst charakteristische Art aus der Krim:

37. **Trechus (Pseudaphaenops) tauricus** Winkler. Coleopt. Rundschau, 1912, 134.

Rötlichgelb, mäßig glänzend. Der Kopf dickt abstehend behaart, vom Vorderrand des Clypeus bis zur Halseinschnürung um die Hälfte länger als breit, bedeutend länger und kaum breiter als der Halsschild; die verkürzten Stirnfurchen bis zur Hälfte des Kopfes reichend, vorne parallel und nach hinten mäßig divergierend verlaufend. Die sehr schlanken Fühler erreichen fast vier Fünftel der Körperlänge, ihr zweites Glied kaum kürzer als das erste, das dritte Glied um die Hälfte länger als das zweite und ebenso lang wie das vierte und das fünfte, die weiteren Glieder kürzer werdend, das Endglied ebenso lang wie das zweite Glied. Der Halsschild ziemlich gewölbt, um ein Drittel länger als breit, im vorderen Drittel am breitesten, am Vorderrande breiter als am Hinterrande. Der Vorderrand nicht ausgeschnitten, der Seitenrand in der vorderen Hälfte und im basalen Achtel sehr schmal aufgebogen, in der mittleren Partie nur angedeutet. Die Seiten des Halsschildes in der Apicalhälfte in gleichmäßigem Bogen erweitert, hinter der Mitte sehr wenig ausgeschweift-verengt und gegen die stumpfen Hinterecken zu fast parallel verlaufend. Die kräftig entwickelte hintere Marginalborste etwa im basalen Sechstel der Halsschildlänge gelegen. Die Flügeldecken langgestreckt, hoch gewölbt, um die Hälfte länger als der Vorderkörper, der Seitenrand sehr wenig aufgebogen und von der Basis an in sehr seichtem, vollkommen gleichmäßigem Bogen nach hinten verlaufend, ohne Andeutung von Schultern. Die Dorsalstreifen vollzählig, jedoch nach außen seicht werdend. Von den drei borstentragenden Punkten im dritten Zwischenraume befindet sich der erste im basalen Fünftel, der zweite in der Mitte und der dritte etwa im apicalen Siebentel der Flügeldeckenlänge. Von den Punkten der Series umbilicata befindet sich der erste und zweite nahe dem Seitenrande, während der dritte und vierte mehr nach innen gerückt sind. Die Entfernung zwischen den zwei mittleren Punkten ist etwa halb so groß wie diejenige zwischen den äußeren und den nächstliegenden inneren Punkten. Die Beine sehr lang und schlank. — Länge: 6·5 *mm*.

Vorkommen. Kisil-Koba bei Simferopol in der Krim. Von Herrn Rosanoff in einer Höhle entdeckt.

8. Untergattung: **Aphaenops** Bonv. 1861.

Typus: *Trechus (Aphaenops) Leschnaulti* Bonv.

Allgemeine Merkmale. Sehr schlanke und zarte, blaßgelbe Arten mit äußerst langen und zarten Fühlern und Beinen.

Der Kopf mindestens so breit als der Halsschild mit hinten verkürzten Stirnfurchen. Kinnzahn fehlend.

Das zweite Fühlerglied länger als das erste.

Der Halsschild länglich, mit äußerst fein gerandeten Seiten und senkrecht gestellten, von oben teilweise sichtbaren Pleuralteilen.

Die Flügeldecken gegen die Basis sehr stark abgeschrägt, mit flach verrundeten oder der Anlage nach etwas stumpfwinkeligen Schultern.

Der erste Punkt der Series umbilicata weit nach innen gerückt.

Die Vordertarsen auch beim ♂ sehr schmal, doch lassen die zwei ersten Glieder immer noch eine schwache Erweiterung und einen kleinen Zahn am apicalen Innenwinkel erkennen.

Das vierte Glied der Vordertarsen am unteren Apicalrand in einen borstentragenden Lappen ausgezogen.

Begrenzung der Untergattung und geographische Verbreitung. *Aphaenops* wurde von BONVOULOIR (Ann. Soc. ent. France, 1861, 567) auf *Aph. Leschnaulti* aus der Grotte von Béda bei Bagnères-de-Bigorre in den Hautes Pyrénées gegründet. Außer dieser Art gehören hierher *Trechus Pluto, Cerberus, crypticola, Tiresias* und andere mir unbekannte Arten aus den Pyrenäen. In dem hier behandelten Faunengebiet kommen echte *Aphaenops*-Arten nicht vor.

9. Untergattung: **Neotrechus** J. Müller 1913.

Typus: *Trechus (Neotrechus) dalmatinus* L. Mill.

Allgemeine Merkmale: Der Kopf meist deutlich schmäler als der Halsschild, mit vollständigen Stirnfurchen.

Die Fühler erheblich kürzer als der Körper, das zweite Glied kürzer als das erste.

Der Halsschild mit schräg nach unten und innen gerichteten Epipleuren und normal ausgebildeter vorderer und hinterer Marginalseta; letztere in ihrer Stellung variabel.

Die Flügeldecken gegen die Basis verschieden stark abgeschrägt; der abgeschrägte Schulterrand schwach konvex gerundet oder geradlinig, nie eingebuchtet; die Schulterecken daher gleichmäßig und ziemlich flach verrundet.

Der erste Punkt der Series umbilicata etwas nach innen gerückt, jedoch vom Seitenrande nicht oder nur wenig weiter entfernt als der zweite. Der die Punkte der Series umbilicata verbindende achte Dorsalstreifen als feine, eingeschnittene Linie erkennbar, die mittleren Punkte der Series vom Seitenrande nicht weiter abgerückt.

An den männlichen Vordertarsen nur das erste Glied erweitert und innen zahnförmig vortretend.

Begrenzung und geographische Verbreitung. Unter dem Namen *Neotrechus* fasse ich eine kleine Gruppe von Arten aus Zentral- und Süd-Dalmatien, der Herzegowina und Montenegro zusammen, die früher zu *Anophthalmus* gestellt wurden, jedoch von dieser Untergattung durch die Tarsenbildung des ♂ abweichen. Nur ein *Neotrechus (Ganglbaueri)* kommt außerhalb des genannten Gebietes, im Velebitgebirge, vor.

Bestimmungstabelle der Arten.

1. Kleine oder mittelgroße Arten von 4·2 bis 7 *mm* Länge. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens reicht mindestens bis zum Niveau des präapicalen Borstenpunktes und verbindet sich oft mit diesem[1] 2

— Sehr große und breite Art vom Orlovacgebirge in Montenegro und dem Lebršnik an der bosnisch-montenegrinischen Grenze. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens reicht nicht bis zum Niveau des borstentragenden Präapicalpunktes der Flügeldecken und verbindet sich nicht mit diesem. — Länge: 9 bis 10 *mm* . . . . . 43. **Hilfi** Reitter.

2. Kleine Art aus dem Velebitgebirge mit sehr lang abgesetzten, parallelseitigen, scharf rechtwinkligen Hinterecken. Die hintere Marginalseta befindet sich am Seitenrande des Halsschildes weit vor dessen Basis. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens ziemlich gerade oder mit einer Schwingung nach innen nach vorne verlaufend, dann gewöhnlich deutlich zum Präapicalpunkt der Flügeldecken eingebogen und mit diesem vereinigt, ohne sich über das Niveau desselben nach vorne zu erstrecken. — Länge: 4·5 *mm* . . . . . 38. **Ganglbaueri** Padewieth.

— Verschieden große Arten aus Zentral- und Süddalmatien, Montenegro, Südbosnien und der Herzegowina mit kürzer abgesetzten Hinterecken des Halsschildes. Die hintere Marginalseta des Halsschildes von dessen Basis viel weniger abgerückt 3

3. Schläfen kahl. Dunkel rotbraune, glänzende, auf den Flügeldecken vollzählig gestreifte Arten aus Südbosnien, der Herzegowina und Süddalmatien 4

— Schläfen abstehend behaart. Hell bräunlichgelbe, rötlichgelbe, selten dunkel rotbraune Art aus Zentral- und Süddalmatien, Montenegro, Südwest-Bosnien und der Herzegowina. Flügeldecken oval, mit ganz flach verrundeten Schultern, fein gestreift, bald glänzend (*suturalis*-Formen), bald matt (Rassen des echten *dalmatinus*). Das umgebogene Ende des Nahtstreifens mehr oder weniger über das Niveau des Präapicalpunktes der Flügeldecken nach vorne verlängert, dann plötzlich hakenförmig nach innen und hinten gekrümmt und meist deutlich bis zum Präapicalpunkt zurückreichend. — Länge: 4·5 bis 7 *mm* . . . . . 42. **dalmatinus**. L. Mill.

4. Kleinere Art aus Süd-Dalmatien und der südlichen Herzegowina, mit ovalen, an den Schultern breit abgerundeten Flügeldecken und relativ kleinerem Kopf. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens über das Niveau des präapicalen Borstenpunktes nicht oder nur wenig verlängert und mit diesem nach kurzer, hakenförmiger Krümmung verbunden. — Länge: 4·2 bis 5 *mm*.
39. **Paganettii** Ganglb.

— Größere Arten von 5·5 bis 6 *mm* Länge, aus dem bosnisch-herzegowinisch-montenegrinischen Grenzgebiet, mit seitlich schwächer gerundeten Flügeldecken und etwas deutlicher markierten Schultern 5

5. Flügeldecken nicht doppelt so lang als breit und viel breiter (etwa doppelt so breit) als der Halsschild. Kopf relativ kleiner und erheblich schmäler als der Halsschild, hinten schwächer backenartig erweitert. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens über das Niveau des Präapicalpunktes nicht oder nur wenig verlängert, dann nach innen hakenförmig eingebogen und mehr oder weniger deutlich mit dem Präapicalpunkt verbunden . . . . . 40. **Ottonis** Reitt.

---

[1] Hierher würde auch 52. **Trechus amabilis** Schauf. zu placieren sein, falls bei demselben, wie mir Herr Oberrevident J. BREIT mitteilt, bloß das erste Glied der männlichen Vordertarsen erweitert ist. Zum Unterschiede von allen übrigen *Neotrechus*-Arten verläuft bei *Trechus amabilis* das umgebogene Ende des Nahtstreifens parallel mit der Naht direkt zum borstentragenden Präapicalpunkt der Flügeldecken. Im übrigen vergleiche man die Beschreibung auf p. 77 [87].

5. Flügeldecken viel schmäler und länger, zusammen mehr als doppelt so lang als breit und höchstens anderthalbmal so breit als der Halsschild. Kopf größer, hinten stärker backenartig erweitert und nur wenig schmäler als der Halsschild. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens etwas über das Niveau des Präapicalpunktes nach vorne verlängert, dann ein wenig nach innen gebogen und in den fünften Dorsalstreifen übergehend . . . . . 41. **Setniki** Reitter.

---

38. **Trechus (Neotrechus) Ganglbaueri** Padewieth. Wien. entom. Zeitg. 1891, 258; Ganglbauer, Käf. v. Mitteleur., I, 1892, 217; J. Müller, Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, 1903, 881; Apfelbeck, Käf. des Balk., I, 1904, 147.

Klein, rötlich- oder bräunlichgelb, glänzend. Der Kopf schmäler als der Halsschild. Die Fühler etwa von halber Körperlänge, das zweite Glied etwas kürzer als das erste, das dritte etwa $1^1/_4$ so lang als das zweite und nur wenig länger als das vierte, die beiden vorletzten Glieder, von der Breitseite betrachtet, etwa doppelt so lang als breit. Der Halsschild im vorderen Drittel ein wenig breiter als in der Mittellinie lang, bis zu den lang abgesetzten, fast ein Viertel der Halsschildlänge einnehmenden Hinterecken fast gleichmäßig gerundet. Die Flügeldecken oval, etwa in der Mitte am breitesten, vollzählig gestreift, jedoch die äußeren Streifen sehr zart. Im Verlaufe des dritten Streifens befinden sich drei Borstenpunkte, wovon der mittlere vor der Mitte der Flügeldecken gelegen ist. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens etwa bis zum Niveau des Präapicalpunktes verlängert, dann nach innen gekrümmt und entweder bis zum Präapicalpunkt reichend oder mit dem fünften Dorsalstreifen verbunden.

Der erste Punkt der Series umbilicata vom Seitenrande nicht oder nur sehr wenig weiter abgerückt als der zweite, dieser dem dritten näher stehend als der dritte dem vierten. — Länge: 4·5 *mm*. (Nach den Typen im Wiener Hofmuseum.

Vorkommen und Lebensweise. Diese Art wurde 1891 von Padewieth angeblich in Grotten nordwestlich von Starigrad am Fuß des Velebitgebirges in Dalmatien entdeckt. Die von mir untersuchten, im Wiener Hofmuseum befindlichen Stücke tragen auch diese Fundortsangabe. REITTER (Wiener entom. Zeitg. 1896, 18) teilt jedoch mit, das Sequens aus Gospič diesen *Trechus* in größerer Anzahl im kroatischen Velebit und zwar nicht in Grotten, sondern in Erdlöchern, in welchen Erdäpfel aufbewahrt werden, gefunden habe und der Meinung sei, daß der von Padewieth mitgeteilte Fundort absichtlich unrichtig angegeben wurde. (Vgl. auch Nachträge p. 89 [99]).

39. **Trechus (Neotrechus) Paganettii** Ganglb. Verhandl. zool. botan. Ges. Wien, 1896, 460, und Münch. Koleopt. Zeitschr., II, 1904, 350; Apfelbeck, Käferfauna d. Balk., I, 1904, 143; J. Müller, Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, 1903, 881. — Subsp. **Meixneri** J. Müller, Wien. entom. Zeitg., 1912, 298.

a) **Typische Form**. Ziemlich dunkel rotbraun, glänzend. Der Halsschild erheblich breiter als der Kopf, meist etwas quer, an den Seiten fast gleichmäßig gerundet erweitert, mit der größten Breite etwa am Ende des apicalen Drittels; die scharf spitzwinkligen Hinterecken mäßig lang abgesetzt und mehr oder weniger nach außen vortretend. Die Flügeldecken oval, mäßig gewölbt, vollzählig gestreift. Der erste Punkt der Series umbilicata zwar deutlich nach innen gerückt, vom Seitenrande jedoch nur wenig oder gar nicht weiter entfernt als der zweite; dieser, der dritte und vierte eine mit dem Seitenrande sehr schwach divergierende Linie bildend und von einander entweder gleichweit entfernt oder der vierte etwas weiter nach hinten gerückt. Von den drei im dritten Zwischenraum gelegenen Punkten befindet sich der erste etwa am Ende des basalen Sechstels, der Basis etwas näher stehend als dem Seitenrand, der zweite in der Mitte, der dritte im apicalen Sechstel. Die Mikroskulptur der Flügeldecken besteht aus stark in die Quere gezogenen, daher sehr engen Netzmaschen. An den mäßig langen Fühlern ist das zweite Glied erheblich kürzer

als das erste, das dritte fast anderthalbmal so lang als das zweite und deutlich länger als das vierte. — Länge: 4·7 bis 5 *mm*.

Die im Wiener Hofmuseum befindliche Type wurde von Herrn Paganetti-Hummler 1896 in einer Höhle bei Stolivo in der Nähe von Cattaro (Süd-Dalmatien) entdeckt. Zwei weitere im Wiener Hofmuseum befindliche Exemplare sind mit »Cattaro, Apfelbeck 1903« bezeichnet.

b) **Trechus Paganettii Meixneri** J. Müller. Von der typischen Form durch etwas geringere Größe, etwas breitere und gewölbtere Flügeldecken, etwas schlankeren, seitlich schwächer gerundeten Kopf, vor allem aber durch gedrungenere Fühler, an denen namentlich die mittleren Glieder kürzer sind, verschieden. Ferner besteht die Mikroskulptur der Flügeldecken aus etwas weiteren, weniger stark in die Quere gezogenen Maschen. — Länge: 4·2 *mm*.

Das einzige vorläufig bekannte Exemplar (♀) wurde von Herrn cand. phil. J. Meixner in der »Gluha smokva« genannten Höhle bei Trebinje in der südlichen Herzegowina aufgefunden.

In derselben Höhle auch *Trechus (Neotrechus) dalmatinus* L. Mill., *Bathyscia narentina* Mill., *Bathyscia Dorotkana* Reitt., *Bathyscia Erberi* Schauf. und *Antroherpon Apfelbecki* J. Müll. (Vergl. J. MEIXNER, Mitt. naturw. Ver. Steierm., Bd. 47, 1911, 412 bis 413.)

40. **Trechus (Neotrechus) Ottonis** Reitter. Wien. entom. Zeitg., 1905, 311.

Braunrot, glänzend. Der Kopf schmäler als der Halsschild. Die Fühler etwas über die Mitte des Körpers nach hinten reichend, ihr zweites Glied etwas kürzer als das erste, das dritte etwa $1^1/_3$ so lang als das zweite und deutlich länger als das vierte; die beiden vorletzten Glieder etwas mehr als doppelt so lang als breit. Der Halsschild im vorderen Drittel etwas breiter als lang, nach hinten in sehr schwacher Rundung verengt, die Hinterecken mäßig groß, schwach spitzwinkelig und vom Seitenrande ziemlich scharf abgesetzt, jedoch nach außen kaum vortretend. Die Flügeldecken viel breiter als der Halsschild, länglich, an den Seiten nur sehr schwach gerundet, hinter der Mitte am breitesten, von hier an gegen die Schultern nur sehr wenig verengt; und da auch der Basalrand wenig abgeschrägt ist, treten die Schultern, trotz ihrer Abrundung, deutlich vor. An der Spitze erscheinen die Flügeldecken sehr breit verrundet. Im Verlaufe des dritten Streifens befinden sich bei der vorliegenden Type rechts drei Borstenpunkte, von denen der mittlere weit vor der Flügeldeckenmitte liegt; links ist zwischen dem ersten und zweiten Punkt noch ein akzessorischer Punkt eingeschoben, wobei der mittlere (hier der dritte Punkt) ein wenig weiter nach hinten verschoben erscheint; doch liegt derselbe immer noch deutlich vor der Mitte der Flügeldeckenlänge. Der erste Punkt der Series umbilicata ist zwar deutlich nach innen verschoben, doch vom Seitenrande nur sehr wenig weiter entfernt als der zweite; dieser vom dritten und der dritte vom vierten fast gleichweit, und zwar relativ sehr wenig entfernt. — Länge: 6 *mm*.

Mir lag die einzige Type des Herrn Otto LEONHARD (ein ♂) zur Untersuchung vor. Sie stammt aus einer trockenen Höhle am Lebršnik, an der bosnisch-herzegowinisch-montenegrischen Grenze.

41. **Trechus (Neotrechus) Setniki** Reitter. Wien. entom. Zeitg., 1904, 151.

Eine durch die schmalen, langgestreckten Flügeldecken und den breiten Kopf recht auffällige Art. Rotbraun, glänzend. Der Kopf groß, hinten backenartig erweitert und nur wenig schmäler als der Halsschild. Die Fühler etwa um die Länge der zwei letzten Glieder über die Körpermitte nach hinten reichend, ihr zweites Glied deutlich kürzer als das erste, das dritte fast anderthalbmal so lang als das zweite und erheblich länger als das vierte, die beiden vorletzten etwas mehr als doppelt so lang als breit. Der Halsschild ähnlich wie bei *Ottonis*, nur sind die Seiten nach hinten etwas stärker und geradlinig verengt. Die Flügeldecken sehr langgestreckt, mehr als doppelt so lang als breit, seitlich sehr schwach gerundet und etwa in der Mitte am breitesten, von da an gegen die Spitze und gegen die Schultern gleich schwach verengt, der Schulterrand gegen die Basis der Flügeldecken erheblich stärker als bei *Ottonis* abgeschrägt. Längs des dritten Streifens befinden sich drei borstentragende Punkte, von denen der mittlere etwa in der

Mitte der Flügeldeckenlänge liegt. Die vier ersten Punkte der Series umbilicata vom Seitenrande deutlich abgerückt und von einander ziemlich gleichweit entfernt, der erste vom Schulterrande kaum weiter abgerückt als der zweite. Die Flügeldecken an der Spitze einzeln abgerundet. Die Beine kräftig, die Vorderschenkel verdickt. — Länge: 5·5 *mm*.

Mit der vorigen Art zunächst verwandt und von ihr durch die in der Tabelle und in obiger Beschreibung angegebenen Charaktere verschieden.

Vorkommen: Dieser *Trechus* wurde von Cyrill Setnik in der Vilina pečina (= Feenhöhle) am Lebršnik im bosnisch-montenegrinischen Grenzgebiet in einem weiblichen Stücke entdeckt. Mir lag zur Beschreibung ein Exemplar (♂) vom Volujak (ebenfalls bosnisch-montenegrinisches Grenzgebiet) aus der Sammlung des Herrn Otto Leonhard vor.

42. **Trechus (Neotrechus) dalmatinus** L. Miller. Wien. entom. Monatschr. 1861, 255; Schaufuss, Verh. zool. botan. Ges. Wien 1864, 673; Ganglbauer, Käf. v. Mitteleur., I, 1892, 215, ex parte; Reitter, Wien, entom. Ztg., 1890, 101; J. Müller, Wien. entom. Ztg., 1903, 149 und 151, und Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien, 1903, 881; Apfelbeck, Käferf. Balk., I, 1904, 140 u. 147; J. Müller, Wien. entom. Ztg., 1906, 149. — Subsp. **dinaricus** J. Müller. Wien. entom. Zeitg. 1912, 299. — Subsp. **jablanicensis** Apfelbeck. Käf. Balk., I, 1904, 141. — Subsp. **Halmai** Apfelbeck. Käf. Balk., 141; J. Müller, Wien. ent.. Ztg., 1906, 149. — Subsp. **suturalis** Schaufuss. Verh. zool. botan. Ges. Wien, 1864, 673; Reitter, Wien. entom. Zeitg., 1890, 101; J. Müller, Wien. entom. Zeitg., 1903, 149 und 150, und Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien, 1903, 881; Apfelbeck, Käf. Balk., I, 1904; J. Müller, Wien, entom. Zeitg., 1906, 149; *dalmatinus* ♂ Ganglbauer, Käf. Mitteleur., I, 1892, 216. — Subsp. **trebinjensis** Apfelbeck. Käf. Balk., I, 1904, 141. — Subsp. **metohiensis** Apfelbeck, Käf. Balk., I, 1904, 141. — Subsp. **amplipennis** J. Müller. Wien. entom. Zeitg., 1911, 2.

Hell rötlichgelb oder rotbraun, der Vorderkörper stets, die Flügeldecken nur bei gewissen Rassen glänzend, bei anderen infolge einer mikroskopisch feinen, reifartigen Behaarung mehr oder weniger matt. Der Kopf erheblich schmäler als der Halsschild, mit schwach gerundeten, fein abstehend behaarten Schläfen. Die Fühler die Körpermitte etwa um die zwei bis drei letzten Glieder überragend, ihr zweites Glied wenig kürzer als das erste, das dritte erheblich länger als das zweite, aber nicht oder kaum länger als das vierte, das zehnte Glied drei bis viermal so lang als breit. Der Halsschild schwach quer oder höchstens so lang als breit, vor der Mitte in verschieden starker Rundung erweitert, nach hinten in schwach konvexer Kurve verengt und nur unmittelbar vor den scharf rechtwinkeligen oder etwas spitz nach außen vortretenden Hinterecken ausgeschweift. Der Vorderrand des Halsschildes schwach ausgebuchtet, die Vorderecken etwas vorspringend. Die Basaleindrücke ziemlich tief, strichförmig, der Basalrand gerade abgeschnitten. Die Flügeldecken oval, ziemlich flach oder mäßig gewölbt, in oder etwas vor der Mitte am breitesten, nach hinten etwas stärker als nach vorne verengt, mit flach verrundeten Schultern. Die Dorsalstreifen von wechselnder Stärke, bisweilen äußerst fein, nach außen stets seichter werdend oder gänzlich erloschen. Der erste der drei am dritten Dorsalstreifen gelegenen Borstenpunkte befindet sich am Ende des basalen Siebentels oder Sechstels der Flügeldeckenlänge, der zweite vor der Mitte, der dritte ziemlich weit vor der Spitze. Der erste Punkt der Series umbilicata deutlich, aber verschieden stark nach innen gerückt, vom Seitenrande anderthalb- bis dreimal so weit entfernt als der zweite und stets schräg vor diesem gelegen. Das umgebogene Stück des Nahtstreifens ziemlich lang, verschieden weit über das Niveau des Präapicalpunktes nach vorne verlängert, am Ende in der Regel hakig zurückgebogen und mit dem Präapicalpunkt vereinigt. Der Nahtwinkel abgestumpft oder schmal abgerundet. Die Beine mäßig lang, das erste erweiterte Glied der männlichen Vordertarsen länger als breit. — Länge: 5·5 bis 7 *mm*.

Verbreitung und Lebensweise: Das Verbreitungsgebiet dieser Art erstreckt sich vom Prologgebirge in den Dinarischen Alpen über Mittel- und Süd-Dalmatien und die Herzegowina bis nach Montenegro; von den dalmatinischen Inseln ist sie jedoch noch nicht bekannt.

Trechus dalmatinus ist der häufigste blinde Vertreter der Gattung in Dalmatien und der Herzegowina. Er lebt in verschieden hoch gelegenen Höhlen bis ins Hochgebirge und hält sich bald in der Dämmerungszone derselben, bald in den vollkommen finsteren Teilen auf lehmigem Boden unter Steinen und Brettern auf. Die Temperatur der Höhlen scheint keinen starken Einfluß auf das Vorkommen dieses Trechus zu haben. So fand ich ihn außer in gewöhnlichen Grotten, wo die mittlere Jahrestemperatur herrscht, auch in einer kleinen Höhle bei Crkvice in der Krivošije unmittelbar am Rande des dort angehäuften Schnees. Die Bewegungen dieses Tieres sind ziemlich rasch, so daß der Fang ohne Exhaustor nicht sehr leicht ist, zumal oft unter einem Stein viele Exemplare umherlaufen.

Variabilität. *Trechus dalmatinus* ist, ähnlich wie *Bilimeki*, den er in Dalmatien, der Herzegowina und Montenegro gewissermaßen vertritt, ungemein variabel. Die Größe, die Halsschildform, der Glanz, die Wölbung und Streifung der Flügeldecken sowie die Länge des umgebogenen Nahtstreifens sind derart verschieden, daß die Extreme durchaus unähnlich sind und daher bereits als verschiedene Arten beschrieben wurden.

Diese Variabilität geht soweit, daß man oft fast in jedem Höhlendistrikt eine etwas anders aussehende *dalmatinus*-Form vorfindet. Da jedoch auch die Exemplare aus einer und derselben Grotte nicht immer vollkommen gleich sind, ist eine allzu weitgehende Zersplitterung des *Trechus dalmatinus* in viele kleine Lokalrassen schwer durchführbar. Ich ziehe es daher vor, vorläufig wenigstens, zu den bisher beschriebenen Formen des *Tr. dalmatinus* keine weiteren hinzuzufügen, zumal mir nicht von allen die Originalstücke vorliegen. Die genaue Charakterisierung aller, auch der kleinsten Lokalformen des *Tr. dalmatinus* überlasse ich einem späteren Monographen, der über das ganze in den Museen und Privatsammlungen vorhandene Material verfügen wird.

Übersicht der Rassen.

I. Rassengruppe: Verwandte des *Trechus dalmatinus* L. Miller s. str. Die Flügeldecken meist flach und stets vollkommen matt. Auf allen Zwischenräumen der Flügeldecken ist mit dem Mikroskop eine äußerst feine, abstehende, börstchenartige Behaarung wahrnehmbar, die dem mit freiem Auge oder schwacher Lupe betrachteten Tier einen matten, reifartigen Schein verleiht. Die einzelnen Härchen entspringen aus körnchenartig erhobenen Punkten, wodurch die ganze Oberfläche der Flügeldecken auch fein chagriniert erscheint.

a) **dalmatinus dalmatinus** L. Miller. Diese Form ist nach Exemplaren beschrieben, die Josef ERBER am Eingang der von Fledermäusen und Tauben bewohnten Grotten des Narentatales sammelte.

APFELBECK führt den typischen *dalmatinus* auch aus Höhlen auf der Halbinsel Sabbioncello (Winneguth 1900) und der Höhle bei Dol. Hrasno in der Herzegowina an (APFELBECK 1902, Käf. Balk., I, 1904, 141).

Die mir jetzt vorliegenden Exemplare, die ich vorläufig auf die typische Form beziehe,[1] stammen aus einigen Höhlen in Zentral-Dalmatien zwischen der Cetina und Narenta. Sie sind 5·5 bis 6·7 *mm* lang, ihre Flügeldecken ziemlich flach und länglich oval, der Halsschild ziemlich weit vor der Mitte am breitesten, und nach hinten ziemlich stark, fast geradlinig verengt.

Die einzelnen Höhlen, woher mir diese Form bekannt ist, sind folgende: Höhle bei Luić in der Umgebung von Lovreč (J. Müller, 22. Juli 1905); Muševa pečina bei Zagvozd am Fusse des Biokovogebirges (P. Novak, 21. Juli 1905); dunkle Felsspalte in einer Doline bei Kaoci im Biokovogebirge P. Novak, 24. Juli 1905, 1 Exemplar).

Nördlich der Cetina, im Mosorgebiet, fand ich den *Trechus dalmatinus* zunächst in der Vranjača pečina bei Kotlenice, und zwar am Grunde des vorderen Höhlendomes unter Steinen und an der kleinen Holztür, welche den Eingang zu den inneren Höhlenräumen versperrt (18. Juli 1905), dann außerordentlich

[1] Die Miller'schen Typen des *dalmatinus* liegen mir momentan nicht vor.

zahlreich in der Dana pečina auf dem Mosorplateau selbst (Juli 1910). Die Exemplare aus diesen Höhlen sind teils der Form, welche südlich der Cetina vorkommt, recht ähnlich, teils haben sie aber einen etwas breiteren, seitlich schwächer gerundeten und nach hinten weniger stark verengten Halsschild.

Noch deutlicher und mit fast absoluter Konstanz zeigt sich die letztgenannte Modifikation des Halsschildes bei den Stücken, die Herr Oberförster Martinčič in der Slipačka pečina bei Dugopolje am Nordfuß des Mosorgebirges sammelte (September 1912); nur sind bei ihnen auch die Flügeldecken stets breiter und kürzer.

Eine durch Herrn Oberleutnant Vašiček erhaltene Serie von Exemplaren aus der Windhöhle bei Zavala in der Herzegowina (Fundort des *Antroherpon Apfelbecki* und der *Hadesia Vašičeki*)) stimmt merkwürdigerweise noch am meisten mit der letzgenannten Form aus der Slipačka pečina überein, trotz der großen Entfernung der beiden Fundorte. Auch hier ist der Halsschild seitlich schwächer und gleichmäßiger gerundet, die Maximalbreite daher wenig weit vor der Mitte gelegen, die Seiten des Halsschildes nach hinten schwächer verengt und die Basis daher breiter; die Flügeldecken ebenfalls relativ breit und kurz.[1]

Ein Exemplar mit auffallend kurzen Flügeldecken aus der Sammlung des Herrn Otto Leonhard wurde in der Höhle bei Studenci in der Herzegowina gesammelt (20. September 1902) und mir vor vielen Jahren von Herrn E. Reitter zur Ansicht zugeschickt.

b) **dalmatinus dinaricus** J. Müller. Ziemlich schlanke, hell rötlichgelbe Rasse mit seitlich sehr wenig gerundetem, an der Basis relativ breitem Halsschild und flachen nach hinten ziemlich stark verengten, auffallend fein gestreiften Flügeldecken. Die Dorsalstreifen erscheinen selbst bei starker Lupenvergrößerung bloß als sehr feine, kaum vertiefte, nur äußerst schwach punktierte Linien, die Zwischenräume sind durchwegs vollkommen eben. — Länge: 6 *mm*.

Diese Form ist die nördlichste *dalmatinus*-Rasse. Sie wurde im Juli 1912 von H. v. Kreˇkich-Strassoldo, C. de Mayer und P. Novak in der Pečina Mandić sowie in der Mračna pečina im Prologgebirge (Dinarische Alpen, bosnisch-dalmatinisches Grenzgebiet) in wenigen Stücken gesammelt.

c) **dalmatinus jablanicensis** Apfelbeck. »Von der typischen Form weicht die in einer kleinen Höhle des oberen Narentatales bei Jablanica lebende Rasse sehr erheblich durch wesentlich geringere Größe (5·5 *mm*), relativ kürzere, hinter den verrundeten Schultern stärker erweiterte, vor der Mitte höher gewölbte Flügeldecken, feinere, nach außen erloschene Punktstreifen derselben und einander stärker genäherte, vordere Porenpunkte ab« (ex APFELBECK, Käf. Balk., I, 1904, 141).

Vielleicht gehört zu dieser, mir momentan nicht vorliegenden Rasse auch eine Form, die von A. Schatzmayr in Anzahl in der Česminova jama bei Novasela (Umgebung von Vrgorac, Mai 1911) gesammelt wurde. Diese Stücke sind allerdings noch kleiner als APFELBECK für *jablanicensis* angibt, 4·5 bis 5 *mm* lang, haben aber wie dieser stärker gewölbte, kurze Flügeldecken; der Halsschild ist an den Seiten schwach gerundet und die Basis breit, etwa wie bei der Form aus der Zavala-Höhle; das umgebogene Stück des Nahtstreifens ist am Ende nicht deutlich hakenförmig und bisweilen nur wenig über das Niveau des Präapicalpunktes verlängert.

II. Rassengruppe: Verwandte des *Trechus dalmatinus suturalis* Schauf. Die Flügeldecken stets gewölbter, mit stärker vertieften Streifen und wenigstens teilweise nicht chagrinierter, bloß mikroskopisch genetzter, unbehaarter und daher glänzender Oberfläche.

d) **dalmatinus Halmai** Apfelbeck. Diese Form bildet in Bezug auf die Mikroskulptur und Pubeszenz der Flügeldecken einen ausgesprochenen Übergang von *Trechus dalmatinus* zu *suturalis*, steht jedoch in

[1] Im Sommer 1910 wurde diese Form von Zavala auch von den Herren Franz Tax und J. Meixner aus Graz gesammelt. Sie fanden sie noch in der halbdunklen Vorhöhle unter Steinen und im Höhlenlehm (vgl. J. MEIXNER. Mitt. Nat. Ver. f. Steiermark, Bd. 47, 1911, 410 bis 411).

allen übrigen Merkmalen dem letztgenannten entschieden näher, so daß ich es für richtiger halte, sie zur *suturalis*-Gruppe zu stellen. Auf den Flügeldecken dehnt sich die für die *dalmatinus* charakteristische Mikroskulptur, wenigstens im Basalteil, bis in die Nähe der Naht aus, während in der Apicalhälfte die inneren Zwischenräume einer deutlichen Chagrinierung und Pubeszenz entbehren. (Beim typischen *suturalis* ist die mikroskopische Chagrinierung und Pubeszenz auch im Basalteil auf die seitlichen Zwischenräume beschränkt, die inneren Intervalle erscheinen überall bloß fein genetzt). In der Form, Wölbung und Streifung der Flügeldecken stimmt *suturalis Halmai* mit dem echten *suturalis* überein. Die Hinterecken des Halsschildes meist schärfer und länger als beim typischen *dalmatinus* abgesetzt und ziemlich parallelseitig oder schwach nach hinten divergierend. — Länge: 6 *mm*.

Fundort: Utrešnji-Höhle bei Nevesinje im Veležgebiet, von Hugo Halma zuerst aufgefunden. Die mir aus dem Veležgebirge vorliegenden Exemplare stammen von Dr. Hermann Krauss.

d) **dalmatinus suturalis** Schaufuss. Vom typischen *dalmatinus* durch gewölbtere, innen glänzende Flügeldecken, deutlichere Punktstreifen derselben und namentlich stärker vertieften Nahtstreifen verschieden. — Länge: 6 bis 7 *mm*.

Suturalis wurde von SCHAUFUSS (als eigene Art) nach Exemplaren beschrieben, die er durch Jos. Erber aus Montenegro erhielt.

Vom echten *suturalis* unterscheidet APFELBECK (Käferfauna d. Balkanh., I, 1904, 141) die Rasse **trebinjensis** Apfb. aus den Höhlen bei Moško und Trebinje durch mehr dem *dalmatinus* ähnlichen Körperbau, etwas dünnere Fühler, undeutlicher verdicktes erstes Fühlerglied und dunklere, mehr ins Rötlichbraune neigende Färbung; ferner die Rasse **metohiensis** Apfb. aus den Höhlen bei Gacko, welche vom typischen *suturalis* durch geringere Größe, etwas kürzere Flügeldecken und kürzer umgebogene Verlängerung des Nahtstreifens differieren soll.

Ich kann ohne die Typen kein definitives Urteil über die Berechtigung dieser beiden Formen abgeben, möchte aber nur in Übereinstimmung mit MEIXNER[1] hervorheben, daß *Trechus dalmatinus suturalis* (oft sogar in derselben Höhle) darart variiert, daß es bei einem reichlicheren Material schwer sein dürfte, die beiden APFELBECK'schen Formen vom echten *suturalis* auseinanderzuhalten. Mir wenigstens ist diese Trennung auf Grund des mir vorgelegenen Materiales bisher nicht gelungen, weshalb ich im nachfolgenden Verzeichnis von *suturalis*-Fundorten nicht genau angeben kann, wo der echte *suturalis* und wo die Form *trebinjensis*, beziehungsweise *metohiensis* vorkommt.

Diese mir bekannten Fundorte des *Trechus dalmatinus suturalis* sind:

Kleine Höhle bei Njegus in Montenegro, hart an der Reichsstraße, die nach Cattaro führt, unter Steinen, in dem schwarzen, an Ziegenexkrementen reichen Erdboden, zahlreich (J. Müller, Juli 1908). Dem Fundorte nach wahrscheinlich der echte *suturalis* Schauf.

Vodena jama, eine Stunde oberhalb Gacko in der Herzegowina (6. Juli 1910; J. MEIXNER, Mitt. Nat. Ver. f. Steierm., Bd. 47, 411). Nach MEIXNER die typische Form.

Zatlo-Höhle bei Korito in der Nähe von Kobila Glava zwischen Gacko und Bilek, in Anzahl, Juli 1910; wahrscheinlich ebenfalls die typische Form (J. MEIXNER, l. c., 411 bis 412). In derselben Höhle auch *Laemostenus cavicola Aeacus* und *Quedius Kraussi*.

Jljima pečina bei Bihovo, südlich von Trebinje, Juli 1910 (J. MEIXNER, l. c. 412). Nach MEIXNER eher dem *metohiensis* ähnlich, wie überhaupt alle von ihm in der Umgebung von Trebinje gefundenen *suturalis*-Exemplare. In derselben Höhle auch *Antroherpon Apfelbecki, Bathyscia Dorotkana* und *Laemostenus cavicola Aeacus*.

Höhle bei Drašin do, an der Ragusanerstraße zwischen Trebinje und Duži (11. Juli 1910; J. MEIXNER, l. c., 412). In derselben Höhle auch drei *Bathyscia*-Arten (*narentina, Dorotkana* und spec.?).

---

[1] J. MEIXNER: Höhlenwanderungen in der Herzegowina. Mitt. Nat. Ver. f. Steierm., Bd. 47, 411.

Höhle bei Gluha smokva zwischen Trebinje und Duži, Juli 1910, in Anzahl (MEIXNER, l. c., 412 bis 413). In derselben Höhle auch *Trechus Paganettii Meixneri, Laemostenus cavicola Aeacus, Bathyscia narentina* und *Dorotkana, Antroherpon Apfelbecki* und *Quedius Kraussi.*

Höhle am Petrina südöstlich von Trebinje (12. Juli 1910; MEIXNER, l. c., 413). In derselben Höhle auch *Laemostenus cavicola Aeacus, Bathyscia narentina* und *Dorotkana* und angeblich auch *Tapinopterus anophthalmus.*

Einsturzhöhle oberhalb Gličainj, nordwestlich von Trebinje (Juli 1910; J. MEIXNER, l. c., 413).

Höhle bei Drieno in der Herzegowina (Paganetti-Hummler!).

Höhle bei Konita in der Umgebung von Grepci in der Herzegowina, am Eingang unter Steinen (April-Mai 1902; G. PAGANETTI-HUMMLER, Anzeiger Akad. Wiss. Wien, 1903, 27). In derselben Höhle auch *Laemostenus cavicola modestus.*

Höhle westlich der Gendarmeriekaserne in Grepci, am Eingang unter Steinen (April-Mai 1902; G. PAGANETTI-HUMMLER, l. c., 27). In derselben Höhle auch *Bathyscia Dorotkana grepcensis* Ganglb. i. litt.

Höhle südwestlich von Grepci, am Eingang an Stellen, die noch vom Tageslicht erhellt sind, unter Steinen häufig (April-Mai 1902; G. PAGANETTI-HUMMLER, l. c., 27).

Grotte beim Fort Imperial oberhalb Ragusa (Reitter, 1 Exemplar).

f) **dalmatinus amplipennis** J. Müller. Noch breiter und kräftiger als der typ. *suturalis*, mit stärker gewölbten, feiner und nach außen undeutlicher gestreiften Flügeldecken. Der Kopf etwas dicker als bei den übrigen *suturalis*-Formen; der Halsschild mindestens so breit als lang, an den Seiten ziemlich gleichmäßig gerundet, mit deutlich abgesetzten, etwas spitzig nach außen vortretenden Hinterecken. — Länge: 6 bis 7 *mm.*

Von Herrn Otto Leonhard in verschiedenen Höhlen des Volujak, an der herzegowinisch-montenegrinischen Grenze, ferner in der Teufelshöhle im Orlovac-Gebirge in Montenegro gesammelt. In der letztgenannten Grotte auch *Trechus Hilfi.*

Hierher gehört auch der von MEIXNER (l. c., p. 414) erwähnte *Anophthalmus suturalis* aus der Bukova rupa am Gubar, wo auch *Trechus Hilfi, Antroherpon Matuliči* und *Bathyscia Dorotkana* vorkommen.

43. **Trechus (Neotrechus) Hilfi** Reitter. Wien. entom. Zeitg., 1903, 212, und 1904, Taf. I, Fig. 9.

Wohl die größte bisher bekannte blinde *Trechus*-Art. Bräunlichgelb, mäßig glänzend. Der Kopf etwas schmäler als der Halsschild. Die Fühler fast bis zum hinteren Viertel der Körperlänge reichend, ihr zweites Glied deutlich kürzer und viel schmäler als das erste, das dritte etwa anderthalbmal so lang als das zweite und nur wenig länger als das vierte, die beiden vorletzten Glieder etwa viermal so lang als breit. Der Halsschild etwa an der Grenze zwischen dem ersten und zweiten Viertel (vom Apicalrand aus gerechnet) die Maximalbreite erreichend, daselbst etwas breiter als lang, vor den nicht scharf abgesetzten, rechteckigen oder etwas spitzen Hinterecken sanft ausgeschweift. Die Flügeldecken länglich oval, ziemlich flach, in oder etwas hinter der Mitte am breitesten, an den Seiten sehr schwach gerundet, fast vollzählig, ziemlich fein gestreift, die äußeren Streifen in der Regel obsolet; längs des dritten Streifens befinden sich drei borstentragende Punkte, wovon der mittlere etwa in der Mitte der Flügeldecken oder wenig weit davor gelegen ist. Der Abstand zwischen dem ersten und zweiten Borstenpunkt des dritten Dorsalstreifens ist kleiner als jener zwischen dem zweiten und dritten. Der erste Punkt der Series umbilicata vom Seitenrande deutlich weiter entfernt als der zweite, dieser vom dritten weniger weit abgerückt als der dritte vom vierten. — Länge: 9 bis 10 *mm.*

Verbreitung: Die mir vorgelegene Type des *Trechus Hilfi*, ein ♂, (ex coll. Leonhard) stammt aus der Vilina pečina (= Feengrotte) am Lebršnik im bosnisch-herzegowinisch-montenegrinischen Grenzgebiet, woher auch *Trechus Setniki* beschrieben ist; ebenso ein ♀ aus der Sammlung Leonhard.

Das im Wiener Hofmuseum befindliche, ebenfalls vom Herrn Leonhard stammende Exemplar (♀) trägt die Bezeichnung: »Montenegro, Orlovac - Gebirge, Teufelshöhle«. J. Meixner erbeutete ein Exemplar in der Bukova rupa am Gubar (14. Juli 1910) und in derselben Höhle fand er auch *Antroherpon Matuliči, Bathyscia Dorotkana* und *Trechus dalmatinus amplipennis.*

10. Untergattung: **Orotrechus** J. Müller 1913.

Allgemeine Merkmale: Der Kopf schmäler als der Halsschild, mit vollständigen Stirnfurchen. Die Stirne hinten ohne Quereindruck, der Mittelwulst der Stirne geht kontinuierlich in die Scheitelwölbung über.

Die Fühler erheblich kürzer als der Körper, ihr zweites Glied höchstens so lang als das erste.

Der Halsschild mit deutlich gerandeten Seiten und schräg nach unten und innen gerichteten Epipleuren. Die hintere Marginalseta des Halsschildes fehlend oder, wenn vorhanden, klein, viel kürzer als die vordere und aus einem in den Hinterecken des Halsschildes selbst gelegenen, also von der Basis kaum abgerückten Borstenpunkt entspringend.

Die Flügeldecken gegen die Basis stark abgeschrägt, die Schulterecke der Anlage nach deutlich stumpfwinkelig, an der Spitze nur wenig verrundet.

Der erste Punkt der Series umbilicata stark nach innen gerückt und vom Seitenrande stets viel weiter entfernt als der zweite. Der achte, die Punkte der Series umbilicata verbindende Streifen meist völlig geschwunden, die mittleren Punkte der Series umbilicata vom Seitenrande weiter entfernt.

An den männlichen Vordertarsen bloß das erste Glied erweitert und innen spitzig vortretend.

Begrenzung und geographische Verbreitung: Die Vertreter dieser Untergattung wurden bisher zu *Anophthalmus* gestellt; sie bilden jedoch eine eigene, natürliche Artengruppe, die durch die Bildung der männlichen Vordertarsen (nur das erste Glied erweitert) und die Reduktion der hinteren Marginalseta des Halsschildes genügend charakterisiert ist. Das Verbreitungsgebiet der *Orotrechus*-Arten umfaßt die Vicentinischen und Venezianer Alpen, die Dolomiten und einen Teil des Karstes; eine Art (*Trechus Fabianii*) kommt in den vom Alpenbogen bereits abgetrennten Monti Berici in der Venezianischen Tiefebene vor.

Bestimmungstabelle der Arten[1].

1. Kleinste Art von 3·3 bis 3·6 *mm* Länge mit kurzen Beinen und Fühlern. Das vierte Fühlerglied nicht oder kaum länger als das zweite. Erster Punkt der Series umbilicata stets vor dem Niveau des zweiten gelegen. Der Halsschild quer herzförmig, erheblich breiter als lang. Die Flügeldecken am dritten Streifen mit drei Borstenpunkten. Die Abdominalsternite am Hinterrand innerhalb der beiden normalen Tastborsten noch mit zwei kürzeren Börstchen. Die Hinterecken des Halsschildes ohne Seta . . . . . 44. **Mandriolae** Ganglb.

— Arten von 3·5 bis 4·9 *mm* Länge. Fühler und Beine länger, das vierte Fühlerglied deutlich länger als das zweite. Der erste Punkt der Series umbilicata vom Seitenrande weiter abgerückt, im oder hinter dem Niveau des zweiten gelegen (selten etwas vor dem zweiten befindlich: einzelne *Targionii*-Exemplare). Halsschild gestreckter, nicht oder nur wenig breiter als lang 2

2. Kleinere, flache Art mit weniger gestreckten Fühlern und nur mäßig vertieftem Nahtstreifen. Dieser ist nur wenig stärker und tiefer als der zweite Flügeldeckenstreifen und ebenso wie dieser deutlich punktiert. Die Flügeldecken längs der Naht meist gar nicht eingesenkt, gleichmäßig flach gewölbt, längs des dritten Dorsalstreifens mit vier borstentragenden Punkten. Die Abdominalsegmente ähnlich wie bei *Mandriolae* mit vier Tastborsten, wovon die zwei inneren, akzessorischen, kürzer sind. Die Hinterecken des Halsschildes bei reinen Exemplaren mit einer kleinen Seta. — Länge: 3·5 bis 4 *mm* . . . . . 45. **Targionii** della Torre.

[1] Vgl. auch den in den Nachträgen beschriebenen **Trechus Messai** J. Müll. (p. 89 [99]).

— Größere oder gewölbtere Arten mit schlankeren Fühlern und sehr stark vertieftem Nahtstreifen. Dieser ist viel stärker und tiefer als der zweite Dorsalstreifen, sehr scharf eingeschnitten, nicht deutlich punktiert und dem Nahtrande sehr stark genähert. Die Flügeldecken längs der Naht häufig vertieft, daher einzeln separat gewölbt (Ausnahmen: der durch seine stark gestreckte Körperform leicht kenntliche *Tr. venetianus* und manche *Fabianii*-Exemplare) 3

3. Der zweite Zwischenraum der Flügeldecken nicht oder kaum breiter als der dritte. Flügeldecken mit drei Borstenpunkten längs des dritten Dorsalstreifens. Arten aus Italien 4

— Der zweite Zwischenraum der Flügeldecken, namentlich gegen die Mitte, stark erweitert und erheblich breiter als der dritte. Längs des dritten Dorsalstreifens befinden sich in der Regel vier Borstenpunkte. Arten aus dem Karst 6

4. Schlanker, Halsschild länglich, Flügeldecken nicht oder nur schwach bauchig erweitert, der zweite und dritte Zwischenraum derselben normal, der am dritten Streifen befindliche, mittlere Borstenpunkt der Naht näher gelegen als dem Seitenrande 5

— Gedrungene Art aus den Venezianer Alpen mit kürzerem, nicht länglichem Halsschild und stark bauchig aufgetriebenen, längs der Naht deutlich vertieften Flügeldecken. Der zweite und dritte Zwischenraum derselben stark erweitert, daher der mittlere Borstenpunkt der Flügeldecken weiter nach außen gerückt, dem Seitenrande etwas näher stehend als der Naht. Die Abdominalsegmente nur mit den zwei normalen Borstenpunkten. Die Hinterecken des Halsschildes bei wohl erhaltenen Stücken mit einer kleinen Seta. — Länge: 3·8 bis 4·5 *mm*.
48. **Holdhausi** Ganglb.

5. Sehr schlanke Art aus den Venetianer Alpen mit längerem Kopf und Halsschild. Letzterer gegen die spitz nach hinten vortretenden, mit einer Seta versehenen Hinterecken fast geradlinig verengt. Die Flügeldecken längs der Naht nicht eingedrückt, in der Mitte am breitesten, stärker gerundet und von da an gegen die Schultern und gegen die Spitze stärker verengt. Der Kopf kaum schmäler als der Halsschild. Die Fühler und Beine kürzer und kräftiger, dunkler gefärbt. — Länge: 4·9 *mm*.
46. **venetianus** Winkler.

— Weniger schlanke Art aus den Monti Berici. Namentlich der Halsschild und die Flügeldecken breiter, ersterer vor den etwas nach außen vortretenden, spitzen Hinterecken deutlich ausgeschweift. Die Flügeldecken längs der Naht bisweilen etwas eingedrückt; sie erreichen ihre Maximalbreite etwas hinter der Mitte und sind hier flacher gerundet. Die Hinterecken des Halsschildes ohne Seta. Die Abdominalsternite vor deren Hinterrand mit vier borstentragenden Punkten, die beiden inneren Borsten kürzer. Der Kopf deutlich schmäler als der Halsschild. Die Fühler trotz des gedrungeneren Körperbaues schlanker und zarter als bei der vorigen Art und heller gefärbt. — Länge: 4·5 bis 4·8 *mm* . . . . . 47. **Fabianii** Gestro.

6. Flügeldecken schlanker, nicht deutlich bauchig aufgetrieben, mit einer aus quergezogenen Maschen bestehenden Mikroskulptur. Abdominalsternite vor deren Hinterrand nur mit den zwei normalen Borstenpunkten. Die Hinterecken des Halsschildes mit einer kleinen Seta. — Länge: 4 *mm* . . . . . 49. **longicornis** Motsch.

— Flügeldecken kürzer, deutlich bauchig aufgetrieben und daher stark gewölbt, mit einer aus polygonalen, isodiametrischen Maschen bestehenden, schuppigen Mikroskulptur. Abdominalsternite vor deren Hinterrand mit vier bis sechs borstentragenden Punkten. Die Hinterecken des Halsschildes ohne Seta. — Länge: 3·8 bis 4·3 *mm* . . . . . 50. **globulipennis** Schaum.

44. **Trechus (Orotrechus) Mandriolae** Ganglb. Wien. entom. Zeitg., 1911, 241.

Rötlich- oder bräunlichgelb mit etwas dunklerem Vorderkörper, wenig glänzend. Der Kopf viel länger und nur sehr wenig schmäler als der Halsschild, mit schwach backenartig erweiterten, fein abstehend behaarten Schläfen. Die Fühler die Körpermitte kaum überragend, die beiden vorletzten Glieder kaum doppelt so lang als breit. Der Halsschild äußerst fein, abstehend behaart, quer herzförmig, etwa ein und ein Drittel so breit als lang, an der vorderen, stark entwickelten Marginalseta am breitesten und daselbst in starker Krümmung, bisweilen schwach winkelig erweitert, nach hinten sehr stark aber nur in schwach konvexer Kurve verengt, unmittelbar vor den kleinen, spitz vorspringenden Hinterecken ausgeschweift, an der Basis viel schmäler als am Vorderrand. Die gegen die Mitte nach vorne gezogene, präbasale Querfurche sehr tief, und jederseits in die Seitenrandkehle des Halsschildes übergehend ohne deutliche Basalgruben zu bilden. Die Flügeldecken etwas schütterer, aber deutlicher als der Halsschild, fein abstehend behaart, oval, flach gewölbt, an den Seiten schwach gerundet und etwas hinter der Mitte am breitesten, der Basalrand fast gerade abgeschrägt, der Nahtwinkel stumpf verrundet. Die beiden ersten Dorsalstreifen kräftig, mit ziemlich starken, wenig dicht stehenden Punkten, der dritte etwas schwächer, aber noch sehr deutlich, die übrigen mehr oder weniger obsolet oder nach außen ganz erloschen; im Apicalteil sämtliche Streifen bis auf den daselbst fein eingeschnittenen und von der Naht nur schmal getrennten ersten Dorsalstreifen erloschen. Von den drei im Verlaufe des dritten Dorsalstreifens befindlichen Borstenpunkten liegt der vordere im basalen Achtel, der mittlere weit vor der Mitte und der Präapicalpunkt etwa zu Beginn des apicalen Sechstels der Flügeldeckenlänge. Das umgebogene Stück des Nahtstreifens reicht bis zum Niveau des Präapicalpunktes und endet außerhalb desselben, ohne sich mit ihm zu vereinigen. Der zweite, dritte und vierte Punkt der Series umbilicata von einander fast gleich weit entfernt und eine mit dem Seitenrande nach hinten ziemlich stark divergierende Reihe bildend. Die Mikroskulptur der Flügeldecken besteht im Basalteil aus ziemlich weiten, polygonalen Maschen, die nach hinten allmählich enger und stärker in die Quere gezogen erscheinen. — Länge: 3·3 bis 3·6 *mm.*

Mit *Trechus Targionii* zunächst verwandt und von diesem durch kleinere, gedrungenere Körperform, kürzere Beine und Fühler, breiteren Kopf und stärker queren, im vorderen Drittel stärker gerundet-erweiterten, an der Basis innerhalb der Hinterecken nicht deutlich abgeschrägten Halsschild, die mangelnde hintere Marginalseta desselben, kürzere und mattere, innen stärker gestreifte Flügeldecken, den konstant fehlenden vierten Borstenpunkt am dritten Dorsalstreifen und den stets schräg vor dem zweiten befindlichen ersten Punkt der Series umbilicata verschieden.

Verbreitung und Lebensweise. Diese Art wurde von R. Pinker unter dem Gipfel der Mandriola am Nordrand der Sette Comuni in Südtirol entdeckt und später von den Herren E. Moczarski, Dr. H. Stolz und A. Winkler in den Venezianer Alpen (Bosco del Cansiglio) zusammen mit *Trechus Holdhausi* und *venetianus* unter Steinen in Anzahl gesammelt.

45. **Trechus (Orotrechus) Targionii** Della Torre. Bull. Soc. Ent. Ital., XII, 1880, 253, tav. I; Gestro, Ann. Mus. Civ. Genova, serie 2ª, II (XXII), 1885, 146, tav. IV, fig. 8, Bull. Soc. entom. Ital., XVIII, 1886, 39, tav. I, fig. 8, und Ann. Mus. Civ. Genova, serie 2ª, XX (XL), 1900, 571; Ganglbauer, Käf. v. Mitteleur. I, 1892, 215; J. Müller, Wien. entom. Zeitg. 1907, 194. — Subsp. **Fiorii** Alzona. Boll. del Natur. Siena 1899, Anno XIX, Nr. 8, p. 94; Gestro, Ann. Mus. Civ. Genova, serie 2ª, XX (XL), 1900, 571; Ganglbauer, Wien. entom. Zeitg., 1903, 119 und 1911, 243; J. Müller, Wien. entom. Zeitg., 1907, 194. — ? Subsp. **vicentinus** Gestro Ann. Mus. Civ. Genova, serie 3ª, III (XLIII), 1907, 172; Ganglbauer, Wien. entom. Zeitg., 1911, 244.

Rötlichgelb, ziemlich glänzend. Die Oberseite des Kopfes und des Halsschildes äußerst fein und schwer sichtbar, die Flügeldecken etwas deutlicher, die Schläfen am deutlichsten abstehend behaart. Der Kopf etwas schmäler als der Halsschild, schlanker als bei *Trechus Mandriolae,* mit schwach gerundeten Schläfen. Die Fühler etwa mit den drei letzten Gliedern die Körpermitte überragend, ihr zweites Glied

schmäler, aber nur wenig kürzer als das erste, das dritte erheblich länger als das zweite und deutlich länger als das vierte, die beiden vorletzten Glieder etwa doppelt so lang als breit. Der Halsschild herzförmig, nur wenig breiter als lang, der Seitenrand im vorderen Drittel mäßig stark gerundet erweitert, nach hinten fast geradlinig verengt oder hinter der Mitte äußerst flach ausgebuchtet und dann wieder in schwach konvexer Krümmung gegen die Hinterecken verlaufend, diese klein, scharf rechtwinklig oder etwas spitzig, die Basis innerhalb derselben etwas abgeschrägt. Die präbasale Querfurche sehr tief eingedrückt, in der Mitte nach vorn gezogen und obsolet, seitlich mit einer kleinen, nicht immer deutlichen Basalgrube. Die Scheibe des Halsschildes jederseits der Mittellinie gewöhnlich mit einer Reihe von zwei bis vier verschieden starken Punkten aus denen deutliche, schräg abstehende Börstchen entspringen.

Diese Börstchen sind zwar bedeutend länger als die feine mikroskopische Pubeszenz des Halsschildes aber noch immer deutlich kürzer als die hintere Marginalseta. Die Flügeldecken oval, hinter der Mitte am breitesten, deutlich gewölbter als bei *Mandriolae*, der Nahtstreif stark vertieft, aber nur undeutlich punktiert, der zweite Dorsalstreif erheblich feiner, deutlicher punktiert und weniger stark vertieft als der Nahtstreif, im Vergleich zu *Mandriolae* viel feiner, der dritte noch feiner als der zweite und meist nur im Basalteil ausgebildet, die weiteren Streifen in der Regel ganz erloschen. Im Verlaufe des dritten Dorsalstreifens befinden sich vier kräftige Borstenpunkte,[1] davon der erste im basalen Sechstel, der zweite vor, der dritte hinter der Mitte und der vierte im apicalen Sechstel der Flügeldeckenlänge. Das umgebogene Stück des Nahtstreifens schwach S-förmig geschwungen und am Ende, etwa im Niveau des Präapicalpunktes, ein wenig nach innen gekrümmt, ohne sich mit diesem zu vereinigen. Der erste Punkt der Series umbilicata in der Regel in oder etwas hinter dem Niveau des zweiten gelegen, dieser mit dem dritten und vierten Punkt eine von dem Seitenrande nach hinten stark divergierende Reihe gleichweit entfernter Punkte bildend. — Länge: 3·5 bis 4 *mm*.

Trechus Targionii ist nach Exemplaren aus der Grotta d'Oliero bei Bassano im Venezianischen beschrieben, woher mir zahlreiche von Dodero, Rangoni und Neumann gesammelte Exemplare vorgelegen sind. Die von Dodero stammenden Stücke wurden am 23. August 1898 und im März 1911 gesammelt.

Weitere, jedenfalls zu *Targionii* gehörige, im Freien gesammelte Stücke sah ich von folgenden Südtiroler Fundorten:

Lavarone (Ganglbauer, Wiener Hofmuseum). — Folgaria: Mezzaselva (10. Juli 1910 Knabl, Wiener Hofmuseum). — Vallarsa (Diener, Wiener Hofmuseum). — Piano della Fugazza (Breit, Wiener Hofmuseum).

Nach zwei vom Vallone di Canzialto am Mte. Grappa in den Venezianer Voralpen unter Steinen gesammelten Exemplaren wurde der **Anophthalmus Fiorii** Alzona beschrieben, den GANGLBAUER (Wien. ent. Zeitg., 1903, 119) mit der Form vom Piano della Fugazza identifiziert und gleichzeitig als Rasse des *Targionii* betrachtet. Nach GESTRO und GANGLBAUER unterscheidet sich diese Rasse vom echten *Targionii* nur durch tiefere und ausgedehntere Streifung der Flügeldecken. Aus diesem Grunde und weil *A. Fiorii* im Freien unter Steinen lebt, hält ihn GANGLBAUER (l. c.) für die Stammform des höhlenbewohnenden *Targionii*, der nur aus Prioritätsrücksichten als eine Rasse des letzteren geführt werden muß.

Ob auch der nach einem einzigen, unreifen Individuum aus der »Grotta del Cameron«, am Südabhang des Mte. Verlaldo im Vicentinischen, beschriebene **A. vicentinus** Gestro als eine Form des *Targionii* aufzufassen ist, oder ob derselbe, wie GANGLBAUER (Wien. entom. Zeitg., 1911, 244) vermutet, zu *Holdhausi* gehört, kann ich nicht entscheiden, da mir die Type nicht vorliegt. Nach GESTRO soll sich

[1] Nur ganz ausnahmsweise, bei einem Exemplar aus der Grotte von Oliero, sind bloß drei Borstenpunkte im Verlaufe des dritten Dorsalstreifens vorhanden.

vicentinus von *Targionii* durch schlankere Fühler und den Besitz von nur drei Borstenpunkten am dritten Dorsalstreifen unterscheiden. Da auch beim typischen *Targionii* ausnahmsweise nur drei Borstenpunkte vorkommen, muß erst auf Grund eines reicheren Materiales vom Originalfundort entschieden werden, ob dieses Merkmal für *vicentinus* konstant ist oder nicht.

46. **Trechus (Orotrechus) venetianus** Winkler. Entom. Rundschau, 1911, 4.

Auffallend langgestreckte, schlanke Art. Rötlichgelb, Kopf und Fühler etwas dunkler. Der Kopf sehr schlank, mit vorgestreckten Mandibeln fast doppelt so lang als breit. Die Schläfen flach gerundet, hinten vom Halse ziemlich scharf abgesetzt, die Halseinschnürung auch auf der Dorsalfläche des Kopfes deutlich erkennbar. Die Fühler etwas über die Mitte des Körpers nach hinten reichend, erheblich kräftiger und dunkler als bei *Fabianii*. Der Halsschild erheblich länger als breit, im vorderen Viertel am breitesten, jedoch ebenda kaum breiter als der Kopf, nach hinten fast geradlinig verengt, vor den kleinen spitzen Hinterecken kaum merklich ausgeschweift, die Halsschildbasis innerhalb derselben deutlich ausgerandet, die Hinterecken daher nach hinten vortretend. Die Flügeldecken länglich oval, in der Mitte etwa dreimal so breit als der Halsschild, von da an gegen die Schultern und gegen die Spitze fast gleichartig verengt; außer dem scharf vertieften Nahtstreifen nur noch der zweite und dritte schwach erkennbar, die übrigen vollkommen erloschen. Der erste Punkt der Series umbilicata weit nach innen gerückt und etwas hinter dem Niveau des zweiten befindlich, diesem nur sehr wenig näher stehend als dem ersten Borstenpunkt des dritten Dorsalstreifens; der zweite, dritte und vierte Punkt der Series umbilicata voneinander gleichweit entfernt. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens reicht nicht bis zum Niveau des präapicalen Borstenpunktes. Die Abdominalsternite vor dem Hinterrande mit den beiden normalen, abstehenden, langen Tastborsten; die dazwischen liegende, mediale Fläche des Abdomens ist mit feinen, aber sehr deutlichen, anliegenden Härchen bestreut. Die Seiten des Abdomens sind vollkommen kahl. — Länge: 4·9 *mm*.

Mir lag durch die Freundlichkeit des Autors und Entdeckers, Herrn A. Winkler in Wien, das einzige bisher bekannte Stück (♀) vom Bosco del Cansiglio in den Venezianer Alpen vor. Es wurde zusammen mit *Tr. Holdhausi* und *Mandriolae* unter einem Stein in zirka 1500 *m* Seehöhe gefunden.

47. **Trechus (Orotrechus) Fabianii** Gestro. Ann. Mus. Civ. Genova, serie 2ª, XX (XL), 1900, 570; Viré et Alzona, Bull. du Mus. d'hist. natur., Paris, 1901, 344.

Rötlichbraun; der Vorderkörper glänzend, die Flügeldecken etwas matt. Der Kopf schlank, länger und etwas schmäler als der Halsschild. Die Fühler zart, etwa dreiviertelmal so lang als der Körper, ihr zweites Glied fast länger als das erste, das dritte etwa ein und eindrittel so lang als das zweite und etwas länger als das vierte, die beiden vorletzten Glieder etwa viermal so lang als breit. Der Halsschild etwas länger als im vorderen Viertel breit, daselbst mäßig stark gerundet, nach hinten nur in sehr schwacher Krümmung verengt und vor den kleinen, spitz vortretenden Hinterecken sanft ausgebuchtet. Die Flügeldecken oval, hinter der Mitte am breitesten, mäßig gewölbt, mit scharf eingeschnittenem Nahtstreifen, der nächste Dorsalstreif noch deutlich, aber viel seichter, der dritte kaum erkennbar, die übrigen gänzlich erloschen. Von den drei am dritten Dorsalstreifen befindlichen Borstenpunkten liegt der erste fast am Ende des basalen Viertels, der zweite hinter der Mitte, der dritte zu Beginn des apicalen Fünftels; der zweite steht daher dem dritten viel näher als dem ersten und ist vom Nahtrand weniger weit abgerückt als vom Seitenrand. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens erreicht nicht das Niveau des dritten borstentragenden Dorsalpunktes. Der erste Punkt der Series umbilicata ist weit nach innen gerückt und befindet sich hinter dem Niveau des zweiten; der vierte Punkt ist vom dritten meist erheblich weiter entfernt als dieser vom zweiten. Die Mikroskulptur der Flügeldecken ist schuppig und besteht aus breiten, etwas quergestreckten Maschen Das erweiterte erste Glied der männlichen Vordertarsen doppelt so lang als breit, am inneren Apicalwinkel in einen kleinen Dorn ausgezogen. — Länge: 4·5 bis 4·8 *mm*.

Verbreitung und Lebensweise: Diese Art bewohnt einige Höhlen in den Monti Berici im Venezianischen. Als Type bezeichnet GESTRO ein im Museum von Genua befindliches Exemplar, das von Ramiro Fabiano in der Grotta di Trene bei Nanto gefunden wurde; weitere Exemplare sind dem Autor aus dem Cogolo di Costozza (gesammelt von Dr. G. Caneva im August 1900) vorgelegen. VIRÉ und ALZONA (Bull. Mus. Hist. natur., 1901, 344) haben noch drei andere, ebenfalls in den Monti Berici gelegene Fundorte bekanntgemacht, nämlich den Covolo (grotta) della Guerra, ferner einen unterirdischen Steinbruch beim Covolo del Tesoro und eine kleine natürliche Grotte beim Covolo del Tesoro. Im Verzeichnis der italienischen Anophthalmen von GESTRO (Ann. Mus. Civ. Genova, Serie 3, Vol. III (XLIII), 1907, 172) wird als weiterer Fundort des *Tr. Fabianii* auch die Grotta delle Tette (Lonigo) genannt.

Die von mir untersuchten Stücke wurden teils von C. Alzona, teils von H. F. Neumann im Cogolo di Costozza gesammelt, wo diese Art am häufigsten zu sein scheint.

Über die Lebensweise berichten VIRÉ und ALZONA (l. c. 1901). Danach findet man den *Trechus Fabianii* unter Steinen, in Felsspalten und auf feuchtem Lehmboden. Das Vorhandensein beziehungsweise Fehlen von Tageslicht scheint keinen Einfluß auf die Verbreitung dieser Art zu haben; denn während sie im Cogolo di Costozza im tiefsten Teil der Höhle um einen von *Niphargus* bewohnten Tümpel vorkommt, findet sie sich im Covolo della Guerra im Schatten und Halbschatten der Eingangszone.

48. **Trechus (Orotrechus) Holdhausi** Ganglb. Münch. Koleopt. Zeitschr., II, 1904, 224.

Rötlichbraun mit ziemlich matten Flügeldecken. Der Kopf etwas schmäler als der Halsschild, länglich mit mäßig gewölbten Schläfen. Die Fühler ziemlich zart, bis über die Mitte der Flügeldecken nach hinten reichend, das zweite Glied fast länger als das verdickte Basalglied, das dritte fast anderthalbmal so lang als das zweite und deutlich länger als das vierte; die beiden vorletzten Glieder etwa dreimal so lang als breit. Der Halsschild im vorderen Drittel etwas breiter als lang, daselbst mäßig stark und in gleichmäßiger Kurve gerundet, nach hinten fast geradlinig verengt und vor den kleinen, als spitze Zähnchen vorspringenden Hinterecken sehr seicht ausgebuchtet; die Basis gegen die Hinterecken etwas abgeschrägt oder innerhalb derselben schwach ausgebuchtet. Die Flügeldecken oval, meist stark gewölbt und längs der Naht vertieft, in oder vor der Mitte am breitesten, von da an gegen die Schultern weniger verengt als nach hinten, daher die Schultergegend sehr breit, die Schultern selbst der Anlage nach stumpfwinklig, an der Spitze jedoch abgerundet, der gegen die Basis verlaufende, abgeschrägte Schulterrand leicht ausgebuchtet. Der Nahtstreifen stark vertieft und überall scharf eingeschnitten, der zweite Streifen zwar furchenartig vertieft, aber weniger scharf als der erste und im Niveau des borstentragenden Präapicalpunktes erlöschend, der dritte viel schwächer, die übrigen fast völlig erloschen. Der erste Borstenpunkt am dritten Streifen befindet sich am Ende des basalen Sechstels, der zweite hinter der Mitte, der dritte knapp vor dem apicalen Sechstel. Das umgebogene Stück des Nahtstreifens verläuft zunächst gerade nach vorne, biegt dann etwas nach außen und dann in gleichmäßiger Krümmung wieder nach innen; es endet etwa im Niveau des Präapicalpunktes der Flügeldecken, und zwar außerhalb desselben. Der erste Punkt der Series umbilicata liegt etwas hinter dem Niveau des zweiten, dieser, der dritte und vierte sind voneinander ziemlich gleichweit entfernt. Unter dem Mikroskop erscheinen die Flügeldecken fein quergerieft und schütter punktiert, aus jedem Pünktchen entspringt ein kleines, schräg nach hinten gerichtetes Härchen. Das erste erweiterte Glied der männlichen Vordertarsen etwa anderthalbmal so lang als breit, am inneren Apicalwinkel in einen ziemlich kleinen Dorn ausgezogen. — Länge: 3·8 bis 4·5 *mm*.

Habituell dem *Trechus globulipennis* am ähnlichsten, jedoch von diesem durch die in der Tabelle angegebenen Charaktere leicht und sicher auseinanderzuhalten.

Verbreitung und Lebensweise. Das erste Exemplar dieser Art, ein ♀, wurde von Dr. Karl Holdhaus am 17. Juli 1903 im Bosco del Cansiglio (Venezianer Alpen) südlich vom Albergo al Real

Palazzo aus abgefallenem Buchenlaub gesiebt. Mir lag außer der Type noch eine Anzahl anderer, von MOCZARSKY und WINKLER am Originalfundorte gesammelter Exemplare vor.

49. **Trechus (Orotrechus) longicornis** Motschulsky. Étud. ent., 1862, 40; *globulipennis* Ganglbauer, Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1896, 462.

Rötlichgelb oder bräunlichgelb, mit ziemlich matten Flügeldecken. Der Kopf nur wenig schmäler als der Halsschild. Die Fühler über die Mitte des Körpers nach hinten reichend, das zweite Glied so lang als das erste, das dritte fast anderthalbmal so lang als das zweite und deutlich länger als das vierte, das vorletzte etwas mehr als doppelt so lang als breit. Der Halsschild herzförmig, im vorderen Drittel kaum breiter als lang und daselbst gleichmäßig gerundet-erweitert, nach hinten fast geradlinig verengt, vor den an der äußersten Ecke zähnchenartig vorspringenden Hinterecken etwas ausgebuchtet, die Basis innerhalb derselben mit einem kleinen, bogenartigen Ausschnitt. Die Flügeldecken mäßig gewölbt, längs der Naht leicht eingedrückt, etwa in der Mitte am breitesten, von da an gegen die Schultern und nach hinten fast gleichmäßig schwach verengt. Der Nahtstreif scharf, der zweite Dorsalstreif etwa bis zum präapicalen Borstenpunkt noch deutlich, aber viel schwächer als der Nahtstreif, der dritte nur stellenweise erkennbar, die anderen fast vollständig erloschen. Am dritten Streifen befinden sich normal vier Borstenpunkte, davon der erste im basalen Sechstel, der zweite etwa in der Mitte, dem Seitenrande etwas näher gelegen als der Naht, der dritte zu Beginn des apicalen Drittels und der vierte (der »Präapicalpunkt«) im letzten Fünftel der Flügeldeckenlänge. Der erste Punkt der Series umbilicata befindet sich etwas hinter dem Niveau des zweiten, dieser ist vom dritten fast ebenso weit entfernt als der dritte vom vierten. Das umgebogene Stück des Nahtstreifens verläuft mit leichter S-förmiger Krümmung nach vorn, und endet etwa im Niveau des Präapicalpunktes. Die Oberfläche der Flügeldecken fein mikroskopisch genetzt, die Maschen etwas in die Quere gezogen; außerdem sind zerstreute Pünktchen vorhanden, aus denen kleine, etwas schräg nach hinten gerichtete Härchen entspringen. Die Abdominalsegmente vor dem Hinterrand bloß mit den zwei normalen Borstenpunkten.[1] — Länge: 4 *mm*.

Mit *Trechus globulipennis* zunächst verwandt, jedoch von ihm durch die in der Tabelle angegebenen Merkmale leicht zu unterscheiden.

Verbreitung. — Die Type dieser bisher verkannten Art stammt von Ferdinand Schmidt und wurde »dans la caverne de Loubnik« aufgefunden (vergl. die Originalbeschreibung von MOTSCHULSKY, l. c.). Mir sind zwei Exemplare aus dem Wiener Hofmuseum vorgelegen, und zwar aus der Kevderca jama am Ljubnik bei Bischoflack in Oberkrain. Das eine wurde von J. Stussiner am 30. Mai 1895 gesammelt, das andere stammt von Sever (1898). Ein drittes, ebenfalls von Sever stammendes Exemplar befindet sich in der Sammlung des Herrn F. Tax (Graz) und soll bei Adelsberg gefunden worden sein. Doch bedarf diese Fundortsangabe jedenfalls erst der Bestätigung.

Anmerkung. — *Trechus longicornis* Motsch. wurde bisher für ein Synomym von *hirtus* gehalten. Die Worte MOTSCHULYSKY's »tarsis articulo primo triangulariter dilatato, sequentibus angustis« schließen jedoch diese Deutung unbedingt aus. Die ganze Beschreibung des *longicornis* und die Fundortsangabe »Loubnik« (offenbar eine Verunstaltung des Namens »Ljubnik«) lassen sich nur auf die vorliegende Art beziehen, die bisher nach dem Vorgange GANGLBAUER's für *globulipennis* gehalten wurde.

50. **Trechus (Orotrechus) globulipennis** Schaum. Naturgeschichte Ins. Deutschl., I, 1860, 660; Schmidt, Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1860, 669, Taf. XII, Fig. 3; Ganglbauer, Käf. v. Mitteleur., I, 1892, 218; *Müllerianus* Schatzmayr, Wien. entom. Zeitg. 1907, 216.

---

[1] Nur bei einem Exemplar (♂) aus der Kevderca-Grotte am Ljubnik (Sever, 98. Wiener Hofmuseum) ist am vorletzten Abdominalsternit innerhalb des rechten, normalen Borstenpunktes noch ein akzessorischer Punkt vorhanden, aus dem eine kurze, gelbe Borste entspringt.

Im ausgefärbten Zustande ziemlich dunkel rotbraun, wenig glänzend. Der Kopf lang, nur wenig schmäler als der Halsschild. Die Fühler die Körpermitte deutlich überragend, ihr zweites Glied mindestens so lang als das erste, das dritte fast anderthalbmal so lang als das zweite und etwas länger als das vierte, das vorletzte 2 bis $2^1/_2$ mal so lang als breit. Der Halsschild in der Form und Breite etwas variabel, meist deutlich länger als breit, im vorderen Drittel am breitesten und in gleichmäßiger, jedoch verschieden stark gekrümmter Kurve erweitert, vor den mäßig langen, etwas spitzen Hinterecken kurz ausgeschweift, die Basis in flachem Bogen ausgerandet und jederseits innerhalb der Hinterecken schwach abgeschrägt oder ausgebuchtet. Die Oberfläche des Halsschildes äußerst fein chagriniert, außerdem schwach runzelig punktiert und dadurch etwas uneben. Die präbasale Querfurche nicht sehr scharf, die Fläche zwischen ihr und dem Basalrand des Halsschildes fein längsrunzelig. Die länglichen Basalgruben von der sich nach hinten erweiternden Seitenrandkehle nicht deutlich getrennt. Die Flügeldecken einzeln stark gewölbt, aufgeblasen, in oder etwas vor der Mitte am breitesten und daselbst fast dreimal so breit als der Halsschild; der abgeschrägte Basalrand schwach ausgeschweift, die der Anlage nach deutlich stumpfwinkligen Schultern nur wenig verrundet. Der Nahtstreif scharf und stark vertieft, der Nahtzwischenraum schmal leistenförmig; die anderen Dorsalstreifen viel schwächer und nach außen erloschen. Der zweite Zwischenraum sehr breit, deutlich breiter als der dritte und drei- bis viermal so breit als der leistenförmige Nahtzwischenraum. Im dritten Dorsalstreifen befinden sich drei bis vier kräftige Borstenpunkte. Der erste Punkt der Series umbilicata sehr groß, grübchenartig, stark nach innen gerückt und hinter dem Niveau des ersten Seitenrandpunktes befindlich; dieser und der nächstfolgende erheblich kleiner, einander stark genähert; der dritte Seitenrandpunkt (beziehungsweise der vierte Punkt der Series umbilicata) meist bedeutend größer, grübchenartig, von den beiden ersten Seitenrandpunkten weiter abgerückt und mit diesen zusammen eine vom Seitenrande nach hinten sich rasch entfernende Reihe bildend. Das umgebogene Stück des Nahtstreifens nach schwacher S-förmiger Schwingung im Niveau des borstentragenden Präapicalpunktes nach innen umgebogen und mit diesem mehr oder weniger deutlich vereinigt. Die Mikroskulptur der Flügeldecken besteht aus schuppigen, polygonalen und nahezu isodiametrischen Maschen. Der Seitenrand der Flügeldecken ist mit mikroskopisch feinen Wimperhärchen versehen und auch auf der Scheibe der Flügeldecken sind äußerst feine, zerstreute, abstehende Härchen vorhanden. — Länge: 3·8 bis 4·3 *mm*.

Verbreitung und Lebensweise. — Die Angaben über die Provenienz der Originalexemplare von *Trechus globulipennis* sind äußerst widersprechend. In der zuerst erschienenen Beschreibung (von SCHAUM) gibt der Autor an, diese Art von Ferd. Schmidt aus »der Eisgrotte in Innerkrain« unter dem Namen *Anophthalmus globulipennis* erhalten zu haben. In der kurz darauf erschienenen SCHMIDT'schen Beschreibung des *A. globulipennis* wird jedoch als Fundort »die Höhle auf dem Berge Ljubnik« angegeben. Die von mir untersuchte Type des *A. globulipennis* in der F. Schmidt'schen Sammlung (jetzt im naturhistorischen Kabinette der Staatsrealschule in Laibach) trägt bloß die Fundortsangabe »Carn.«.

Als sichere Fundorte kann ich nur folgende Höhlen im Triester Karst angeben, woher die vorliegende Art als *Trechus Müllerianus* beschrieben wurde:

Grotta Clementina bei Opčina nächst Triest (Originalfundort des *Trechus Müllerianus!*), im tiefsten Teil der Höhle unter Steinen und im Lehmboden (A. Schatzmayr, März 1907 und während des ganzen Jahres, ziemlich selten; J. Müller und H. Springer, März 1910).

Griža-Schlund bei Storje unweit Sessana (coll. J. Stussiner, 1 Exemplar!).

Draga von Ponikve, zwischen St. Daniel und Avber, im mittleren Teil der Höhle, auf sandig-lehmigem Boden, unter Steinen (J. Müller und H. Springer, 23. Oktober 1910; Schatzmayr, Mai 1911, ziemlich häufig, August 1912, September 1912, häufig).

Jelenca jama bei Kobilaglava, an der Basis des Schuttkegels, unter Steinen).

Grotte von Trnovica (H. Springer, 19. März 1911, 1 Exemplar!).

Gradenca jama bei Hudi Log am Plateau von Opacchiesela (F. Mühlhofer, 5. Mai 1910, 1 Exemplar!).

Anmerkung. — Zur Begründung der in vorliegender Arbeit befolgten Synonymie des *Trechus globulipennis* sei Folgendes hervorgehoben.

Aus den Worten der SCHMIDT'schen Originalbeschreibung: »die im Verhältnis zu dem Halsschilde viermal breiteren Flügeldecken sind auffallend gewölbt«, war bereits zu schließen, daß *globulipennis* Schmidt nicht mit *globulipennis* Ganglb. 1896, sondern mit *Müllerianus* Schatzm. identisch sei. Diese Deutung erfuhr ihre volle Bestätigung durch die von mir vorgenommene Untersuchung der Type des *Anophthalmus globulipennis* in der SCHMIDT'schen Sammlung (jetzt im Besitze der Staatsrealschule in Laibach); selbst in der Mikroskulptur der Flügeldecken konnte ich die vollkommene Übereinstimmung mit *Müllerianus* feststellen.

Weniger sicher ist die Deutung von *globulipennis* Schaum, dessen Type mir leider nicht vorgelegen hat. Da jedoch SCHAUM angibt, seinen *globulipennis* unter diesem Namen von F. Schmidt erhalten zu haben, hielt ich es vorläufig für angezeigt, trotz der widersprechenden Provenienzangaben, den *Trechus globulipennis* Schaum und die gleichnamige SCHMIDT'sche Art zu identifizieren.

Species incertae sedis.

51. **Trechus Erichsoni** Schaufuss. Verh. zool. bot. Ges. Wien, XIV, 1864, 674; Apfelbeck, Käferfauna Balk., I, 1904, 141; Ganglbauer, Münch. Kol. Zeitschr., II, 1904, 350.

Nach APFELBECK, dem die Type vorgelegen hat, mit *Trechus suturalis* Schauf. sehr nahe verwandt, von demselben im wesentlichen durch breiteren und kürzeren, vorn viel stärker gerundet erweiterten, vor den Hinterecken plötzlicher und stärker verengten Halsschild, etwas kürzere Flügeldecken, weniger sanft, etwas winklig abgeschrägte Schultern, viel kürzer umgebogene, den hinteren Porenpunkt nicht überragende und nicht zu demselben zurückgebogene Verlängerung des Nahtstreifens sowie dem Schulterrande sehr stark genähertes borstentragendes Höckerchen an der Basis des siebenten Streifens differierend. Dieses borstentragende Höckerchen ist vom Seitenrande nicht weiter abgerückt als die borstentragenden Höckerchen oder Punkte des achten Streifens (Submarginalstreifens). Dieses Merkmal hat *Erichsoni* mit *amabilis* und *Paganettii* gemeinsam, welchen er jedoch ganz unähnlich und nicht verwandt ist. — Länge: 5 bis 5·5 *mm* (ex APFELBECK, l. c., 141 bis 142).

GANGLBAUER (l. c., 350) faßt diese Art mit *Paganettii, amabilis* und *velebiticus* zu einer kleinen Gruppe zusammen, die er durch den vom Seitenrande nur sehr wenig abgerückten vordersten Punkt der Series umbilicata charakterisiert. Von den drei übrigen Arten dieser Gruppe unterscheidet GANGLBAUER den *Trechus Erichsoni* durch die vollkommen erloschenen äußeren Streifen der Flügeldecken sowie durch die Lage des ersten Borstenpunktes am dritten Streifen. Dieser Punkt ist nämlich bei *Erichsoni* von der Basis der Flügeldecken viel weiter entfernt als von der Naht, während er bei *Paganettii, amabilis* und *velebiticus* vom Naht- und Basalrand der Flügeldecken etwa gleich weit abgerückt erscheint. Von *Trechus velebiticus*, dem unsere Art (nach GANGLBAUER) in der Körperform sehr ähnlich ist, unterscheidet sie sich auch durch längere Fühler, länger abgesetzte Hinterecken des Halsschildes sowie größere und tiefere Basalgrübchen desselben.

Mir sind die Typen des *Trechus Erichsoni* nicht vorgelegen. Nach obigen Angaben läßt sich noch nicht mit Sicherheit entscheiden, ob diese Art zur Gruppe des *Paganettii (Neotrechus)* oder des *velebiticus (Typhlotrechus)* gehört. Ausschlaggebend wäre erst die Feststellung, wie viel Glieder an den männlichen Vordertarsen erweitert sind und ob die hintere Marginalseta des Halsschildes vorhanden ist oder nicht.

Trechus Erichsoni wurde von ERBER in Montenegro entdeckt. Ein näherer Fundort ist nicht bekannt.

52. **Trechus amabilis** Schaufuss. Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1863, 1220; Ganglbauer, Käf. v. Mitteleur., I, 1892, 216; Apfelbeck, Käferfauna Balk., I, 1904, 142; Ganglbauer, Münch. Kol. Zeitschr., II, 1904, 351.

APFELBECK, der die Type untersuchen konnte, beschreibt diese Art folgendermaßen:

»♀. Ausgezeichnet durch gestreckten Körperbau, die regelmäßig länglich-elliptischen Flügeldecken, ziemlich gewölbten, fein gerandeten Halsschild und dem Schulterrande sehr stark genähertes, borstentragendes Höckerchen an der Basis des siebenten Streifens.

Kopf etwas schmäler als der Halsschild, fast gleich breit, mit tiefen, vorn und hinten mäßig divergierenden, hinter die Schläfen seichter verlängerten Stirnfurchen. Fühler beträchtlich kürzer als der Körper; Halsschild etwas länger als breit, am Vorderrande seicht ausgerandet und daselbst etwas breiter als an der Basis, im vorderen Drittel am breitesten, zur Basis allmählich verengt, mit scharf rechtwinkligen, ziemlich lang abgesetzten Hinterecken, die Spitzen derselben etwas nach außen gerichtet und aufgebogen; Flügeldecken über der Mitte fast doppelt so breit als der Halsschild, ziemlich gestreckt, leicht gewölbt, fast regelmäßig länglich-elliptisch, mit vollkommen abgerundeten Schultern, schmal und gleichmäßig abgesetztem und aufgebogenem Seitenrande, ziemlich tief gestreift, die Streifen auch nach außen deutlich, weitläufig und schwach punktiert, der dritte Zwischenraum mit drei eingestochenen, borstentragenden Punkten, die umgebogene Verlängerung des Nahtstreifens — parallel mit der Naht — in den hinteren Porenpunkt verlaufend. Das borstentragende Höckerchen an der Basis des siebenten Streifens ist nicht weiter vom Schulterrande abgerückt als die borstentragenden Höckerchen oder Punkte des Submarginalstreifens. — Länge: 4·5 *mm.*« (Ex APFELBECK, Käferfauna Balk., I, 1904, 142 bis 143.)

GANGLBAUER (Münch. Kol. Zeitschr., II, 1904, 351) vergleicht den *Trechus amabilis* mit *velebiticus*, von dem er ihn durch schmälere und gestrecktere Körperform, sehr flach gewölbte Schläfen, etwas schmäleren, an den Seiten schwächer gerundeten Halsschild, längere Hinterecken desselben, gestrecktere, an den Schultern flacher gerundete Flügeldecken sowie durch das parallel mit der Naht direkt zum Präapicalpunkt verlaufende, umgebogene Ende des Nahtstreifens unterscheidet.

Mir ist leider diese Art in natura unbekannt. Nach einer brieflichen Mitteilung des Herrn Oberrevidenten J. Breit soll beim ♂ des *Trechus amabilis* bloß das erste Glied der Vordertarsen erweitert sein. Wenn das Tier, das Herrn Breit unter diesem Namen vorgelegen ist, auch wirklich der echte *amabilis* Schaufuß ist, dann wäre wohl seine Zugehörigkeit zur Untergattung *Neotrechus m.* endgültig erwiesen.

Fundort: Dalmatien (ohne nähere Angabe). Von J. Erber gesammelt. Warum APFELBECK (l. c., 143) als fraglichen Fundort die Höhlen des Narentatales anführt, ist mir nicht bekannt.

53. **Trechus capillatus** Joseph. Berlin. ent. Zeitschr., XIV. Jahrg. 1870, 269; Ganglbauer, Käf. v. Mitteleur., I, 1892, 219.

Die Type dieser seit 1868 nicht wieder aufgefundenen und daher eine Zeitlang für ein JOSEPH'sches Phantasiegebilde gehaltenen Art ist meinem verstorbenen Freunde GANGLBAUER vorgelegen, der nach gründlicher Untersuchung folgende Beschreibung verfaßt hat:

»Rostrot, die Fühler, Schienen und Tarsen sowie die Spitze des Abdomens rötlichgelb, die Taster blaßgelb. Die Oberseite glänzend und bis auf die Halspartie mit feiner, aber ziemlich langer, weißlicher Behaarung dünn bekleidet. Der Kopf oval, ein wenig breiter als der Halsschild, an den Schläfen leicht gerundet, vor der Basis sanft eingeschnürt, von der Halseinschnürung bis zum Vorderrande des Clypeus etwas länger als breit. Die Halseinschnürung auch auf dem Scheitel deutlich erkennbar, aber viel schwächer als an den Seiten. Augen nicht angedeutet. Das Seitenrandleistchen der Stirn über der Fühlerwurzel kurz, etwa ein Fünftel der Schläfenlänge erreichend. Zwei Supraorbitalborsten, von denen sich die hintere wenig weit vor der Halseinschnürung, die vordere in der Mitte zwischen dieser und der langen Intraangularseta des Clypeus befindet. Die Stirnfurchen nur bis zur Mitte des Kopfes nach hinten reichend, nach hinten ziemlich stark divergierend. Die Oberseite des Kopfes glänzend, bis zur glatten Halspartie weitläufig mit

feinen, aber sehr deutlichen Punkten besetzt, in den Punkten mit ziemlich langen und feinen, schräg nach vorn gerichteten Haaren. An den Seiten und unten ist der Kopf spärlicher behaart und kaum erkennbar punktiert. Die Oberlippe in der Mitte des ausgeschnittenen Vorderrandes mit einem sehr kurzen, flach abgerundeten Mittellappen. Die Mandibeln weit vorragend, schlanker und gegen die scharfe Spitze weniger gekrümmt als bei *hirtus*, auch die Maxillarladen und Taster schlanker als bei diesem, die Innenlade der Maxillen in viel flacherer Kurve einwärts gebogen, an der Innenseite mit vier kurzen, nur schwach gekrümmten Dornen. Die Fühler etwa drei Viertel der Körperlänge erreichend, kürzer und zarter als bei *hirtus*, ihr zweites Glied vom dritten und vierten weniger in der Länge verschieden als bei diesem, aber wesentlich kürzer als das dritte und deutlich kürzer als das vierte.

Der Halsschild länger als breit, im vorderen Fünftel am breitesten und daselbst nicht ganz so breit wie der Kopf, von da an nach vorn in sanfter Kurve, nach hinten viel stärker und annähernd geradlinig verengt, vor der Basis leicht eingeschnürt, vorne gerade abgestutzt, mit abgerundeten, nicht vorspringenden Vorderecken, an der Basis jederseits neben der Wurzel der Flügeldecken mit einer sehr schrägen Abstutzung, wodurch die Hinterecken in Form eines stumpfen, aber durch das Ende des aufgebogenen Seitenrandes scharf markierten Winkels beträchtlich nach vorn gerückt erscheinen. Die Scheibe des Halsschildes bis nahe an den Seitenrand ziemlich stark gewölbt, vor der niedergedrückten Basis mit einer seichten, fast geradlinigen Querfurche, gegen die Enden der weder die Basis noch den Vorderrand erreichenden, eingeschnittenen Mittellinie ziemlich schmal dreieckig eingedrückt, bis auf die gerunzelte Basalpartie glänzend, fein und spärlich punktiert und mit ziemlich langen und feinen Haaren besetzt, von denen die hinter dem Vorderrande befindlichen aufstehend und nach vorn gekrümmt, die übrigen schräg nach hinten gerichtet sind. Die Seitenrandkehle in ihrer ganzen Länge sehr schmal, nach hinten nicht erweitert, im vorderen Fünftel und vor den Hinterecken mit je einer Seta. Die Epipleuren des Halsschildes in der Mitte ihrer Länge nahezu vertikal gestellt, die Episternen der Vorderbrust über die Epipleuren etwas vorgewölbt und bei direkter Ansicht von oben hinter der Mitte der Halsschildseiten etwas sichtbar.

Die Flügeldecken zusammengenommen verkehrt eiförmig, hinter der Mitte fast dreimal so breit wie der Halsschild, von da an den Seiten gegen das Ende der Epipleuren in stärker konvexer Kurve als nach vorn gerundet, hinten unter einem wenig stumpfen Winkel gemeinsam kurz zugespitzt, vor der Spitze sehr flach ausgebuchtet, gegen die kurz abgeschnürte Wurzel stark und in flacher, nur in der Schultergegend stärker konvexer Kurve verengt, ohne Andeutung eines Schulterwinkels, ziemlich stark gewölbt, vorn zu den Seiten der in Form eines schmalen Dreieckes erhobenen Skutellarregion und dann gemeinsam an der Naht bis über die Mitte, der Länge nach seicht eingedrückt. Die Seitenrandkehle schmal, die Epipleuren längs des Abdomens tief rinnenförmig gefurcht. Die Skulptur der Flügeldecken besteht aus ziemlich groben, aber sehr seichten Punkten, die neben der Naht in drei schwachen, durch unebene Zwischenräume getrennten, nach vorn und hinten erloschenen Längsfurchen stehen, außerhalb derselben aber ziemlich unregelmäßig angeordnet sind. Zwischen diesen seichtgrubigen Punkten befinden sich auf glänzend glattem Grunde äußerst feine, nur mikroskopisch erkennbare Pünktchen, welche ziemlich lange, schräg abstehende und nach hinten gerichtete Haare tragen. Der dritte Zwischenraum mit drei borstentragenden Punkten, von denen sich der erste im vorderen Viertel, der zweite hinter der Mitte und der dritte hinter dem dritten Viertel befindet. Das Niveau des letzteren wird von dem kurzen Apikalfältchen nicht erreicht. Ein weiterer borstentragender Punkt befindet sich innerhalb des Endes des Apikalfältchens. Die vier vorderen Punkte der Series umbilicata, die sich von den übrigen wenig abheben, sind voneinander ziemlich weit getrennt. Der erste steht weit vor dem zweiten, ziemlich innerhalb der Mitte der schräg gegen die Basis verlaufenden Partie des Seitenrandes und ist vom Seitenrande etwas weiter entfernt als der zweite. Dieser befindet sich nahe dem Seitenrande innerhalb der Höhe der Schulterkurve. Der dritte Punkt, der ziemlich in der Mitte zwischen dem zweiten und vierten steht, ist wie der vierte vom Seitenrande recht beträchtlich abgerückt.

Das Prosternum fein quergerunzelt, mit sehr deutlicher Behaarung. Das Abdomen sehr deutlich, aber feiner als bei *hirtus* punktiert und behaart. Die Beine lang und schlank, die Schenkel mit ziemlich langer,

aber feiner und dünner Behaarung, die Hinterschenkel die Spitze der Flügeldecken erreichend. Die Klauen lang und zart. An den Hintertarsen das vierte Glied nur sehr wenig kürzer als das dritte.—Länge: 3·8 *mm.*

Fundort: Grotte Godjama bei Oberskrill nahe der kroatischen Grenze in Unterkrain.

Von dieser Art scheint bisher nur das Originalemplar (♀) bekannt zu sein, welches von Dr. Gustav JOSEPH in der bezeichneten Grotte am 5. August 1868 aufgefunden wurde. Nach Dr. Hermann KRAUSS (in Hamann, Europ. Höhlenfauna, 1896, 258) ist die von Dr. Joseph angegebene Grotte mit dem Jagdloch bei Oberskrill, drei Stunden südlich von Gottschee, identisch. Das Originalexemplar gelangte in die Sammlung des kgl. zoolog. Museums in Berlin und wurde mir mit gütiger Genehmigung des Direktors Prof. Dr. Aug. Brauer von Kustos Prof. Kolbe zur Untersuchung anvertraut, wofür ich ihm den besten Dank zum Ausdrucke bringe.« (Ex GANGLBAUER, in litt.).

Da das ♂ bisher nicht bekannt ist, läßt sich diese Art im Systeme nicht einreihen. Angenommen, daß die beiden ersten Glieder der ♂ Vordertarsen erweitert sind, was ich für sehr wahrscheinlich halte, so wäre *Trechus capillatus* zwischen *Anophthalmus* s. str. und *Aphaenopidius* einzureihen und repräsentiert vielleicht den Typus einer eigenen neuen Untergattung.

54. **Trechus Pfeifferi** Apfelbeck. Glasnik zemaljskog Muzeja u Bosni i Hercegovini, XX, 1908, 416.

»*Trecho* (*Anophthalmo*) *Apfelbecki* Ganglb. proximus, ab eo capite multo angustiore, temporibus haud dilatatis, frontis margine laterali haud gibbose elevato, elytris perelongatis, vix striatis, corporeque multo minore valde divergit.

Caput ovale, prothorace paulo longior et vix latior, mandibulis longis, productis, temporibus vix dilatatis sulcis frontalibus longis et profundis, modice divergentibus, punctum supraorbitalem posteriorem contingentibus, frontis margine laterali supra antennarum basin modice incrassato, haud gibbose elevato. Prothorax planior, longius cordiformis, basi margine anteriore multo angustior, lateribus minus rotundatis, basin versus subtilius paulatimque angustatus, angulis posticis acutioribus extus magis prominentibus. Elytrae perelongatae, striis tribus internis rudimentaris, exterioribus nullis, stria tertia punctis tribus piliferis instructa. — Lg. 4·75 *mm.*

Bosnia mer. or. In antro »Borija« nominato prope Kalinovik specimen unicum a dom. L. Pfeiffer inventum« (ex Apfelbeck, l. c.).

In der darauffolgenden cyrillischen Beschreibung heißt es weiter, daß das einzige Exemplar zusammen mit *Antroherpon Hoermanni* Apfb., *Apholeuonus Sturanyi* Apfb. und *Laemostenes cavicola* var. gefunden wurde.

Obwohl APFELBECK diese Art mit *Trechus Apfelbecki* vergleicht, wage ich es nicht, sie, ohne die Type untersucht zu haben, zur Gruppe des *Apfelbecki* (Subgen. *Aphaenopsis*) zu stellen, zumal einige Angaben (wie jene über den Stirnrand) sich nicht ohne weiteres auf *Aphaenopsis* beziehen lassen.

Von Wichtigkeit wäre es zu wissen, ob die hintere Marginalborste des Halsschildes vorhanden ist oder nicht, was leider in obiger Beschreibung nicht erwähnt ist.

55. **Trechus Noesskei** Apfelbeck. Glasnik zemaljskog Muzeja u Bosni i Hercegovini, XX, 1908, 416.

»*Trecho (Anophthalmo) Paganettii* Ganglb. affinis, ab eo prothorace breviore, lateribus usque ad angulos posteriores fere aequaliter rotundatis, elytris convexioribus, brevioribus, lateribus magis rotundatis, ad humeros subangulatim angustatis, striis subtilioribus, *extus evanescentibus*, antennis paulo brevioribus corporeque paulo minore; a *Trecho* (*Anophthalmo*) *amabili* Schauf. corpore breviore, elytris brevioribus, lateribus valde rotundatis, *substriatis*, humeros versus subangulatim angustatis striaque suturali ut in *Trecho* (*A.*) *Paganettii* flexa distinguendus. Long. 4·5 *mm.* ♂ ignotus.

Hercegovina merid. or. In antro montis »Orien« ad Dalmatiae confinium, a dom. Noesske dresdensi inventus« (ex Apfelbeck. l. c.).

Da das ♂ unbekannt ist und über die hintere Marginalborste des Halsschildes nichts gesagt wird, kann ich diese mir in natura unbekannte Art im System nicht einreihen.

Anhang.

Nach dem in dieser Arbeit aufgestellten System lassen sich leider viele Arten nur dann mit Sicherheit in die einzelnen Untergattungen einreihen, wenn männliche Exemplare vorliegen. Um die aus unserem Gebiete bisher beschriebenen Arten unabhängig vom Geschlecht, also auch nach einzelnen Weibchen bestimmen zu können, habe ich die folgende Tabelle zusammengestellt. Die natürliche Verwandtschaft kommt darin begreiflicherweise nicht immer zum Ausdruck, da das zur Bildung natürlicher Gruppen so wichtige Merkmal, betreffend die Zahl der erweiterten Vordertarsenglieder des Männchens, außer acht gelassen werden mußte.

1. Hintere Marginalseta des Halsschildes rudimentär oder fehlend 2
— Hintere Marginalseta des Halsschildes normal ausgebildet 12
2. Oberseite dicht pubeszent . . . . . 34. (*Anophth.*) **pubens** Bed.
— Höchstens der Halsschild deutlich behaart 3
3. Stirnfurchen vollständig. Kopf nicht breiter als der Halsschild 4
— Stirnfurchen hinten verkürzt. Aphaenopsartiger Habitus. Kopf breiter als der Halsschild. Unterseite dicht pubeszent . . . . . 35. (*Aphaenopsis*) **Apfelbecki** Ganglb.
4. Große, 7 bis 9 *mm* lange, glänzende Art mit vollkommen verrundeten Schultern und vollzählig gestreiften Flügeldecken . . . . . 25. (*Typhlotrechus*) **Bilimeki** Sturm.
— Kleinere Arten 5
5. Glänzende Art mit elliptischen, an den Schultern breit verrundeten, vollzählig gestreiften Flügeldecken . . . . . 24. *(Typhlotrechus)* **velebiticus** Ganglb.
— Mehr oder weniger matte Arten mit deutlich stumpfwinkelig vortretenden, nur an der Spitze abgerundeten Schultern und nach außen erloschenen Dorsalstreifen der Flügeldecken 6
6. Sehr kleine Art von 3·3 bis 3·6 *mm* Länge, mit kurzen Beinen und Fühlern
44. *(Orotrechus)* **Mandriolae** Ganglb.
— Größere Arten von 3·5 bis 4·9 *mm* Länge, mit längeren Beinen und Fühlern 7
7. Der zweite Zwischenraum der Flügeldecken nicht oder kaum breiter als der dritte. Arten aus Norditalien 8
— Der zweite Zwischenraum der Flügeldecken (namentlich gegen die Mitte) stark erweitert und erheblich breiter als der dritte. Längs des dritten Dorsalstreifens vier Borstenpunkte. Arten aus dem Karstgebiet 11
8. Längs des dritten Dorsalstreifens normal vier Borstenpunkte. Kleinere, flache Art mit kürzeren Fühlern und nur mäßig vertieftem Nahtstreifen . . . . . 45. *(Orotrechus)* **Targionii**.
Längs des dritten Dorsalstreifens bloß drei Borstenpunkte. Größere oder gewölbtere Arten mit schlankeren Fühlern und sehr stark vertieftem Nahtstreifen 9

9. Schlankere Arten mit länglichem Halsschilde. Der am dritten Dorsalstreifen befindliche mittlere Borstenpunkt der Naht näher gelegen als dem Seitenrande 10

— Gedrungene Art mit kürzerem Halsschilde. Der mittlere Borstenpunkt am dritten Dorsalstreifen dem Seitenrande der Flügeldecken etwas näher stehend als der Naht . 48. (*Orotrechus*) **Holdhausi** Ganglb.

10. Sehr schlanke Arten mit einer kleinen Seta in den Hinterecken des Halsschildes 46. *(Orotrechus)* **venetianus** Winkl. und 46 *a*. **Messai** J. Müll.

— Weniger schlanke Art mit zarteren Fühlern und ohne Seta in den Hinterecken des Halsschildes. Flügeldecken längs der Naht deutlich eingesenkt . . . . . 47. (*Orotrechus*) **Fabianii** Gestro.

11. Flügeldecken weniger bauchig aufgetrieben, fein quermaschig genetzt. Hinterecken des Halsschildes mit einer kleinen Seta . . . . . 49. *(Orotrechus)* **longicornis** Motsch.

— Flügeldecken stärker bauchig aufgetrieben, mit einer aus polygonalen Maschen bestehenden Mikroskulptur . . . . . 50. (*Orotrechus*) **globulipennis** Schaum.

12. Stirnfurchen vollständig 13

— Stirnfurchen hinten verkürzt 48

13. Erster Punkt der Series umbilicata vom Seitenrande nicht deutlich abgerückt 14

— Erster Punkt der Series umbilicata vom Seitenrande der Flügeldecken weiter entfernt als der zweite, mehr oder weniger weit nach innen gerückt 33

14. Oberseite des Körpers ganz oder teilweise pubeszent 15

— Oberseite des Körpers bis auf die normalen Tastborsten vollkommen kahl 16

15. Die ganze Oberseite behaart. Die äußeren Flügeldeckenstreifen erloschen (ex APFELBECK) 4. (*Duval.*) **balcanicus** J. Friv.

— Nur die Flügeldecken abstehend behaart. Die Dorsalstreifen der Flügeldecken vollzählig 5. (*Duval.*) **pilifer** Ganglb.

16. Flügeldecken auch im fünften Zwischenraum mit einer Reihe borstentragender Punkte 10. (*Duval.*) **Winneguthi** Apfelb.[1])

— Flügeldecken nur im dritten Zwischenraum mit drei bis vier borstentragenden Punkten . . . 17

17. Sehr kleine Art von 3 *mm* Länge. Fühler sehr kurz, das achte und neunte Glied kurz oval, wenig länger als breit . . . . . 1. (*Duval.*) **turcicus** Friv.

— Größere Arten mit schlankeren Fühlern 18

18. Arten bis zur Maximallänge von 5 *mm* (vgl. auch 13. **Novaki**) 19

— Größere Arten von 5 bis 6·5 *mm* Länge 29

19. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens gerade, parallel mit der Naht, in den borstentragenden Präapicalpunkt der Flügeldecken verlaufend (ex Apfelbeck und Ganglbauer) 52. (*Neotrechus*) **amabilis** Schauf.

— Das umgebogene Ende des Nahtstreifens außerhalb des Präapicalpunktes der Flügeldecken verlaufend und mit diesem überhaupt nicht oder erst nach abermaliger Krümmung nach innen verbunden 20

---

[1]) Hierher auch 11. **Duvalius Kautianus** Apfelb., der sich nach der Originalbeschreibung durch längere Schläfen, vorne stärker gerundet erweiterten Halsschild, breiten und größeren Körper, viel breitere und stärker gestreifte Flügeldecken, schlankeres erstes Fühlerglied und stärker erweiterte Basalglieder der männlichen Vordertarsen von *Winneguthi* unterscheidet.

20. Hinterecken des Halsschildes sehr lang abgesetzt, parallelseitig, fast ein Viertel der Halsschildlänge einnehmend; die hintere Marginalseta am Seitenrande des Halsschildes weit vor dessen Basis befindlich . . . . . 38. (*Neotrechus*) **Ganglbaueri** Pad.

— Hinterecken des Halsschildes kleiner, nicht parallelseitig; die hintere Marginalseta nicht weit von der Basis des Halsschildes entfernt 21

21. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens nach kurzer, hakenförmiger Krümmung mit dem Präapicalpunkt der Flügeldecken verbunden . . . . . 39. (*Neotrechus*) **Paganettii** Ganglb.

— Das umgebogene Ende des Nahtstreifens nicht mit dem Präapicalpunkt der Flügeldecken verbunden 22

22. Im Verlaufe des dritten Dorsalstreifens der Flügeldecken befinden sich vier borstentragende Punkte (ex Apfelbeck) . . . . . 9. (*Duval.*) **durmitorensis** Apfelb.

— Im Verlaufe des dritten Dorsalstreifens der Flügeldecken befinden sich drei borstentragende Punkte 23

23. Die vier ersten Punkte der Series umbilicata bilden eine mit dem Seitenrande der Flügeldecken vollkommen parallel laufende Reihe 24

— Der zweite, dritte und vierte Punkt der Series umbilicata bildet eine mit dem Seitenrande der Flügeldecken nach hinten divergierende Reihe 28

24. Schläfen fein, oft nur mikroskopisch erkennbar behaart 25

— Schläfen kahl 26

25. Halsschild quer, vor den kleinen, spitzwinkeligen Hinterecken nicht deutlich ausgeschweift, auf der Scheibe mikroskopisch genetzt. Auf den Flügeldecken die vier bis fünf inneren Dorsalstreifen erkennbar . . . . . 2. (*Duval.*) **Knauthi** Ganglb.

— Halsschild herzförmig, vor den spitzen Hinterecken deutlich ausgeschweift, auf der Scheibe glatt, nicht deutlich genetzt. Auf den Flügeldecken bloß der Nahtstreif deutlich vertieft, der zweite und dritte nur angedeutet, die anderen erloschen . . . . . 3. (*Duval.*) **Oertzeni** Mill.

26. Arten mit breiteren, länglich ovalen Flügeldecken und weniger stark herzförmigem Halsschild . 27

— Schlanke Art mit viel längeren Flügeldecken, dieselben etwa doppelt so lang als breit, Halsschild sehr stark herzförmig . . . . . 8. (*Duval.*) **Speiseri** Ganglb.

27. Kopf hinten deutlich backenartig erweitert, mit sehr deutlichen, relativ großen, ovalen Augenrudimenten. Flügeldecken kräftig punktiert-gestreift, mit drei sehr starken Borstenpunkten im Verlaufe des dritten Streifens . . . . . 6. (*Duval.*) **Ghidinii** Gestro.

— Kopf hinten nicht deutlich backenartig erweitert. Augenrudimente kleiner und schmäler, daher undeutlicher. Flügeldecken feiner gestreift, mit drei viel feineren Borstenpunkten im Verlaufe des dritten Streifens . . . . . 7. (*Duval.*) **trescavicensis** Ganglb.

28. Flügeldecken vollzählig gestreift. Am postbasalen und mittleren Borstenpunkt laufen der dritte und vierte Dorsalstreif der Flügeldecken zusammen . . . . . 12. (*Duval.*) **maglajensis** Apfelb.

— Die äußeren Punktstreifen der Flügeldecken vollkommen erloschen. Schultern breiter verrundet 15. (*Duval.*) **lucidus** J. Müll.

29. Größte Breite des Halsschildes sehr weit nach vorne gerückt, etwa im apikalen Fünftel gelegen. Vollzählig gestreifte, flache Art aus Griechenland mit großem Kopf und starkem Skutellareindruck an der Basis der Flügeldecken . . . . . 16. (*Duval.*) **Krüperi** Schaum.

— Die größte Breite des Halsschildes etwa im vorderen Drittel der Halsschildlänge gelegen . . . 30

30. Auffallend gestreckte Art mit sehr großem Kopf, dieser kaum schmäler als der Halsschild
41. (*Neotrechus*) **Setniki** Reitt.

— Weniger gestreckte Arten mit schmälerem Kopf 31

31. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens nach einer hakenförmigen Krümmung mit dem borstentragenden Präapicalpunkt der Flügeldecken verbunden . . . . . 40. (*Neotrechus*) **Ottonis** Reitt.

— Das umgebogene Ende des Nahtstreifens gerade auslaufend, nicht mit dem Präapicalpunkt der Flügeldecken verbunden 32

32. Kopf hinten nicht deutlich backenartig erweitert. Schulterrand schwach konvex
13. (*Duval.*) **Novaki** J. Müll.

— Kopf hinten deutlich backenartig erweitert. Schulterrand fast geradlinig abgeschrägt
14. (*Duval.*) **Netolitzkyi** J. Müll.

33. Die ganze Oberseite deutlich abstehend behaart 34

— Wenigstens der Vorderkörper nicht oder nur äußerst kurz, schwer sichtbar behaart 35

34. Die Behaarung der Oberseite schräg abstehend. Der Halsschild im vorderen Drittel am breitesten
33. (*Anophth.*) **hirtus** Sturm.

— Die Behaarung mehr anliegend. Der Halsschild etwa in der Mitte am breitesten
34. (*Anophth.*) **pubens** Bed.

35. Riesige Art von 10 *mm* Länge . . . . . 43. (*Neotrech.*) **Hilfi** Reitt.

— Kleinere Arten 36

36. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens verläuft parallel mit der Naht direkt zum borstentragenden Präapicalpunkt der Flügeldecken (ex APFELBECK und GANGLBAUR)
52. (*Neotrechus*) **amabilis** Schauf.

— Das umgebogene Ende des Nahtstreifens liegt außerhalb des Präapicalpunktes der Flügeldecken und verbindet sich mit diesem überhaupt nicht oder erst nach einer hakenförmigen Krümmung nach innen 37

37. Hinterecken des Halsschildes sehr lang abgesetzt, parallelseitig, fast ein Viertel der Halsschildlänge einnehmend; die hintere Marginalseta am Seitenrande des Halsschildes, weit vor dessen Basis, befindlich . . . . . 38. (*Neotrechus*) **Ganglbaueri** Pad.

— Hinterecken des Halsschildes kleiner, nicht parallelseitig; die hintere Marginalseta nicht weit von der Basis des Halsschildes entfernt 38

38. Der erste Punkt der Series umbilicata nur sehr wenig nach innen gerückt, vom Seitenrande nicht oder nur wenig weiter entfernt als der zweite. Hierher einige glänzende, dunkelrostrote, stark chitinisierte Arten aus Süddalmatien, der Hercegovina, Südbosnien und Montenegro mit vollzählig gestreiften Flügeldecken, flach verrundeten Schultern und nicht deutlich behaarten Schläfen. Länge: 4·2 bis 6 *mm* 39

— Der erste Punkt der Series umbilicata deutlich nach innen gerückt, in der Regel vom Seitenrande mindestens doppelt so weit entfernt als der zweite Punkt, selten weniger weit abgerückt, dann aber entweder der Körper kleiner oder die Schläfen sehr deutlich behaart 41

39. Kleinere Art aus Süddalmatien und der Hercegovina. Länge: 4·2 bis 5 *mm*
39. (*Neotrechus*) **Paganettii** Ganglb.

— Größere Arten aus dem bosnisch-montenegrinischen Grenzgebiet. Länge: 5·5 bis 6 *mm* . . . 40

40. Kopf deutlich schmäler als der Halsschild. Flügeldecken nicht doppelt so lang als breit
40. (*Neotrechus*) **Ottonis** Reitt.

— Kopf kaum schmäler als der Halsschild. Flügeldecken langgestreckt, schmal, mehr als doppelt so lang als breit . . . . . 41. (*Neotrechus*) **Setniki** Reitt.

41. Schultern vollkommen flach verrundet. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens mehr oder weniger weit über das Niveau des Präapicalpunktes der Flügeldecken nach vorn verlängert und am Ende meistens hakig umgebogen . . . . . 42. (*Neotrechus*) **dalmatinus** Mill.

— Schultern der Anlage nach stumpfwinklig und nur an der Spitze mehr oder weniger abgerundet Das umgebogene Ende des Nahtstreifens nicht oder kaum über das Niveau des Präapicalpunktes der Flügeldecken nach vorn verlängert 42

42. Fühler kürzer, das vierte Glied nicht oder nur wenig länger als das zweite. Länge: 3·8 bis 4·5 *mm* 43

— Fühler länger, das vierte Glied mindesten um die Hälfte länger als das zweite. Länge: 4 bis 7·5 *mm* 45

43. Mittelwulst der Stirne hinten ohne Quereindruck. Kleine, stark glänzende Art vom Grintouz
26. (*Anophth.*) **Weberi** Ganglb.

— Mittelwulst der Stirne hinten durch einen Quereindruck von der Scheitelwölbung getrennt . . . 44

44. Kopf hinten außerordentlich stark backenartig erweitert. Fundort: Höhle im Vellachtal, Kärnten
27. (*Anophth.*) **Gobanzi** Ganglb.

— Kopf hinten viel schwächer erweitert . . . . . 28. (*Anophth.*) **Scopolii** Sturm.

45. Flügeldecken im dritten Zwischenraum mit drei Borstenpunkten 46

— Flügeldecken im dritten Zwischenraum mit vier bis fünf Borstenpunkten 47

46. Flügeldecken am Ende gerundet, Nahtwinkel nicht vortretend. Länge: 4 bis 5 *mm*
29. (*Anophth.*) **Schaumi** Schmidt.

— Flügeldecken am Ende mehr oder weniger deutlich abgestutzt, innerhalb des Nahtwinkels meist schwach ausgebuchtet und letzterer daher etwas vortretend. Länge: 5·5 bis 7·5 *mm*
30. (*Anophth.*) **Schmidti** Sturm.

47. Flügeldecken nur äußerst fein und spärlich, schwer sichtbar behaart, am Ende verrundet
31. (*Anophth.*) **Erebus** Krauss.

— Flügeldecken deutlich abstehend behaart, am Ende abgestutzt, innerhalb des vortretenden Nahtwinkels ausgebuchtet . . . . . 32. (*Anophth.*) **Mariae** Schatzm.

48. Oberseite deutlich abstehend behaart 49

— Oberseite nicht deutlich behaart 51

49. Erster Punkt der Series umbilicata vom Seitenrande der Flügeldecken nicht oder nur wenig abgerückt, schräg vor dem zweiten Punkt befindlich 50

— Erster Punkt der Series umbilicata stark nach innen gerückt, etwa im Niveau des zweiten Punktes oder sogar hinter demselben gelegen . . . . . 33. (*Anophth.*) **hirtus** Sturm.

50. Kleine, 3·8 *mm* lange Art aus Unterkrain . . . . . 53. (Subg.?) **capillatus** Joseph.

— Große, 6·5 *mm* lange Art aus der Krim . . . . . 37. (*Pseudaphaenops*) **tauricus** Winkl.

51. Große Art von aphänopsartigem Habitus aus Südsteiermark. Fühler und Beine sehr lang, die Schultern stark abgeschrägt. Kopf jederseits mit drei Supraorbitalborsten
36. (*Aphaenopidius*) **Treulandi** J. Müll.

— Arten aus Kroatien und Bosnien mit viel kürzeren Beinen und Fühlern und nicht oder nur schwach abgeschrägten Schultern. Kopf jederseits bloß mit zwei Supraorbitalborsten 52

52. Die Stirnfurchen reichen bis zum hinteren Supraorbitalpunkt. Die Schläfen nicht backenartig erweitert . . . . . 17. (*Neoduvalius*) **Reiseri** Ganglb.

— Die Stirnfurchen enden bereits vor dem hinteren Supraorbitalpunkt. Die Schläfen mehr oder weniger deutlich backenartig erweitert 53

53. Kleinere Arten von 4 bis 5 *mm* Länge 54

— Größere Arten von 7 bis 8 *mm* Länge 55

54. Schultern sehr stark vortretend, fast rechtwinkelig . . . . . 18. (*Neoduvalius*) **vranensis** Breit.

— Schultern weniger stark vortretend, breiter abgerundet . . . 19. (*Neoduvalius*) **Reitteri** Mill. und 20. **Styx** Apfb.

55. Am dritten Dorsalstreifen befinden sich drei Borstenpunkte 56

— Am dritten Dorsalstreifen befinden sich vier Borstenpunkte. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens erreicht das Niveau des Präapicalpunktes der Flügeldecken. In der Körperform zwischen *Eurydice* und *Neumanni* die Mitte haltend . . . . . 22. (*Neoduvalius*) **Schatzmayri** J. Müll.

56. Schmälere Art aus der Lika und den angrenzenden Teilen Nordbosniens mit eckig vortretenden Schultern. Die Halsschildseiten nach hinten fast geradlinig verengt. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens reicht etwa bis zum Niveau des Präapicalpunktes der Flügeldecken 21. (*Neoduvalius*) **Eurydice** Schauf.

— Breitere Art aus Nord-Bosnien mit stärker verrundeten Schultern. Die Halsschildseiten vor den großen, scharfen Hinterecken stark ausgeschweift. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens erreicht das Niveau des borstentragenden Präapicalpunktes nicht . . 23. (*Neoduvalius*) **Neumanni** J. Müll.

Anmerkung. Die mir in natura unbekannten Arten 51. **Trechus Erichsoni**, 54. **Pfeifferi** und 55. **Noesskei** konnten in dieser Tabelle nicht eingereiht werden. Vergleiche hierüber die Beschreibungen auf p. 76 [86] und 79 [89].

Ebenso fehlen hier die während des Druckes beschriebenen Arten **Langhofferi** Csiki und **Arnstorffianus** Absolon, bezüglich deren ich auf die Nachträge, p. 86 [96] und 87 [97] verweise.

Nachträge.

Enthaltend die Beschreibungen der während des Druckes publizierten neuen Formen und andere Bemerkungen.

11. **Trechus (Duvalius) Kautianus** Apfelbeck (p. 22 [32]).

Nachträglich konnte ich ein Exemplar (♀) vom Originalfundort (Banja stijena) aus der Sammlung des Herrn Franz Tax vergleichen. Dieses Stück differiert von *Trechus Winneguthi* durch dunklere Färbung, kräftigen Körperbau, vorne etwas stärker gerundet erweiterten Halsschild, breitere, gewölbtere und hinter der Mitte stärker erweiterte Flügeldecken, vor Allem aber durch flachere, nicht deutlich backenartig erweiterte Schläfen sowie schlankere Fühler.

Die bei kräftigerem, breiterem Körperbau flacheren Schläfen und schlankeren Fühler sprechen wohl für die spezifische Verschiedenheit des *Trechus Kautianus* von *Winneguthi*, es wäre denn, daß später noch Übergänge zwischen diesen beiden Formen entdeckt werden sollten.

21. **Trechus (Neoduvalius) Eurydice** Schauf (p. 28 [38]).

In Dr. August Langhoffer's »Fauna hrvatskih pečina« (Rada Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Band 193, 1912, 353) wird als kroatischer Fundort eine Höhle bei Lovinac angeführt (leg. L. Biró; nach Kuthy, Fauna regni Hungariae etc., Coleoptera, Budapest 1900, p. 30).

23*a*. **Trechus (Neoduvalius) Langhofferi** Csiki. Annales Musei nationalis hung., XI, 1913, 386.

»Rufo-ferrugineus, nitidus, glaber. Capite pronoto paulo angustiore et multo longiore, lateribus rotundatis, temporibus inflatis, postice coarctato, sulcis frontalibus profundis brevibus, tantum usque ad verticem extensis. Antennis tenuibus longisque, longitudine corporis triente brevioribus; articulo primo articulo secundo paulo longiore, articulo tertio articulo secundo duplo longiore, articulis 4—10 articulo secundo brevioribus et apicem versus gradatim paulo abbreviatis, articulo ultimo articulo penultimo paulo longiore. Pronoto cordiformi, longitudine sua quarta parte latiore, lateribus antice arcuato rotundatis, postice paulo sinuatis, angulis anticis prominulis, posticis rectis, apice lateribus denticulato-prominulis, marginibus lateralibus late reflexis, linea mediana longitudinali sat profunda. Elytris ovatis, latitudine fere duplo longioribus, convexis, subtilissime coriaceis, angulis humeralibus, late rotundatis, margine laterali anguste reflexo, striis punctatis internis sat bene distinctis, parum profundis, externis paulo obsoletioribus; margine laterali pone humeros punctis setigeris quatuor, interstitio tertio punctis setigeris tribus instructis. Pedibus longis tenuisque. Long. 9 *mm*.«

»Croatia: in antro prope Josipdol a Dom. V. Stiller lectus (1 ♀, Mus. Hung.).«

»Speciem hanc insignem, in systemate prope *A. Eurydicem* Schauf. locandam, in honorem Dom. Prof. Dr. A. Langhoffer denominavi« (ex Csiki, l. c.).

Nach dieser Beschreibung wohl in die *Eurydice*-Gruppe gehörig und wahrscheinlich mit *Trechus (Neoduvalius) Neumanni* m. zunächst verwandt, den Csiki gar nicht erwähnt. Ob und wodurch sich *Trechus Langhofferi* von *Neumanni* unterscheidet, läßt sich auf Grund obiger Beschreibung nicht mit Sicherheit entscheiden; nur die mit 9 *mm* angegebene Körpergröße scheint jene des *Neumanni* zu übertreffen. Genaueres über die nähere Verwandtschaft des *Trechus Langhofferi* ließe sich angeben, wenn ihn

Csiki in seiner Beschreibung wenigstens mit dem schon seit langem bekannten *Trechus Eurydice* verglichen und die Differenzen besonders hervorgehoben hätte.

25. **Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki** Sturm (p. 87 [97]).

Zu den bereits angeführten Rassen dieser Art kommt noch folgende hinzu:

Trechus Bilimeki Procházkai Obenberger (Časopis České Společnosti Entomolog., X, 1913, 26, Fig. 1 und 2*B*).

In der Flügeldeckenform mit *Bilimeki likanensis*, im Halsschildbau jedoch eher mit *Bilimeki tergestinus* übereinstimmend, von diesem jedoch, abgesehen von der abweichenden Flügeldeckenform hauptsächlich durch viel feiner gerandete Halsschildseiten differierend. Etwas kleiner und schlanker als *tergestinus*, der Kopf nach vorne weniger verengt und mit flacher gerundeten Schläfen; der Halsschild fast wie bei *tergestinus* gestaltet, nur an den Seiten stärker und gleichmäßiger gerundet, die Hinterecken stumpfwinkelig. Die Flügeldecken in der Mitte der Seiten am breitesten, von da an nach vorne und hinten fast gleichartig verengt, der Schulterwinkel nur schwach angedeutet, flach verrundet. Länge: 7 *mm*.

Von Herrn A. Procházka in einer Höhle bei Žepče in Nordbosnien gesammelt. Eine Type ist mir durch die Güte des Autors zum Vergleich vorgelegen.

Trechus Bilimeki Procházkai ist die erste bosnische *Bilimeki*-Rasse. —

Wahrscheinlich bei *Aphaenopsis* (p. 55 [65]) ist als neue Untergattung einzufügen:

5*a*. Subgen. **Scotoplanetes** Absolon 1913.

Typus: *Trechus (Scotoplanetes) Arenstorffianus* Absolon.

Allgemeine Merkmale. Kopf sehr langgestreckt, viel länger und etwas breiter als der Halsschild, mit vollständigen Stirnfurchen, hinter den langen, nicht backenartig vortretenden Schläfen ringsum eingeschnürt.

Die Fühler wenig kürzer als der Körper, das zweite Glied etwas kürzer als das erste und etwa nur halb so lang als das dritte.

Der Halsschild schmal, länger als breit, mit tiefer Seitenrandkehle und aufgebogenem Seitenrand. Die Epipleuren des Halsschildes steil von oben teilweise sichtbar. Die hintere Marginalseta des Halsschildes fehlt.

Die Flügeldecken gegen die Basis stark abgeschrägt mit flach verrundeten, nicht vortretenden Schultern. Der erste Punkt der Series umbilicata vom Seitenrande nicht weiter abgerückt als der zweite.

Bau der männlichen Vordertarsen unkekannt.

Hieher folgende Art aus der Herzegowina:

35*a*. **Trechus (Scotoplanetes) Arenstorffianus** Absolon. Coleopterolog. Rundschau, II, 1913, 93.

Hell rostrote, etwas durchscheinende Art von *Aphaenops*-artigem Habitus. Kopf lang, um ein Drittel länger als breit, mit den Mandibeln fast doppelt so lang als der Halsschild, etwas breiter als dieser (6 : 5), lang oval, etwa in der Mitte am breitesten, mit sehr langen, flach gekrümmten, nicht backenartig vortretenden, hinten vom Hals deutlich abgesetzten Schläfen. Die Stirnfurchen lang, bis zum hinteren Supraorbitalpunkt fast gerade und nach hinten kaum divergierend, dann nach außen gekrümmt, und bis zur ringartigen Einschnürung der Halspartie deutlich. Die ganze Kopffläche, bis auf die beiden normalen Supraorbitalborsten, unbehaart, glatt und äußerst fein chagriniert.

Die Augen spurlos verschwunden. Die Fühler vom ersten Gliede an dicht, fein behaart; das Längenverhältnis der einzelnen Glieder ist: 4 : 3 : 6 : 6 : $5^1/_2$: 5 : 5 : $4^1/_2$: 4 : 4 : $3^3/_4$. Die Mandibeln und Kiefertaster sehr lang und schlank.

Der Halsschild länglich, die durch eine tiefe Randkehle scharf abgehobenen Seitenränder in den mittleren zwei Vierteln der Gesamtlänge geradlinig und parallel, dann proximal wie distal unter einem stumpfen Winkel eingebogen und geradlinig gegen die Basis, beziehungsweise gegen den Vorderrand konvergierend. Die stumpfwinkelige Umbiegung des Seitenrandes ist noch durch eine Knickung der Randleiste gekennzeichnet; in der distalen befindet sich eine tiefe Punktgrube, aus welcher die lange vordere Marginalseta entspringt. Der Vorderrand des Halsschildes ist flach ausgeschnitten, der ebenso breite Basalrand gerade abgestutzt. Die Vorder- und Hinterecken fast gleich gebaut, fast rechtwinkelig oder, genauer ausgedrückt, scharf stumpfwinkelig, jedoch ohne vortretende Spitze; die Hinterecken scheinen keine Seta zu besitzen. Die Halsschildscheibe schwach gewölbt mit deutlicher Mittelfurche, aber undeutlichen Basaleindrücken. Die Epipleuren des Halsschildes im mittleren Teil, dort wo die Seitenränder parallel verlaufen, von oben sichtbar.

Die Flügeldecken mäßig gewölbt, länglich-oval, mit der größten Breite hinter der Mitte, an den Seiten schwach gerundet, nach vorne, gegen die kaum mehr erkennbaren, flach verrundeten Schultern deutlich verengt, hinten gemeinschaftlich breit abgerundet. Die Breite der Flügeldecken beträgt hinter der Mitte etwas mehr als dreimal so viel als die Maximalbreite des Halsschildes, ihre Länge wenig mehr als jene des Vorderkörpers. Der Nahtstreifen gegen die Basis sehr tief, rinnenartig eingegraben, nach hinten allmählich schwächer und in den letzten zwei Fünfteln der Flügeldeckenlänge gänzlich erloschen; der Nahtzwischenraum, soweit deutlich abgegrenzt, schmal leistenförmig. Von den übrigen Dorsalstreifen sind bloß der zweite, dritte und vierte in der Mitte der Flügeldecken schwach angedeutet, die äußeren gänzlich erloschen. Im Verlaufe des dritten Dorsalstreifens befinden sich zehn bis elf Borstenpunkte, aus denen steife Borsten von verschiedener Länge entspringen. Außerdem befindet sich im Verlaufe des fünften (hier fehlenden) Dorsalstreifens eine zweite Reihe von vier bis fünf Borstenpunkten. Die vier vorderen Punkte der Series umbilicata bilden eine mit dem Seitenrande der Flügeldecken ziemlich parallele Reihe.

Die Beine sind etwa so lang wie bei *Trechus Apfelbecki*. Ob beim ♂ ein oder zwei Basalglieder erweitert sind, kann ich nicht angeben, da das von Absolon beschriebene und abgebildete Exemplar ein ♀ zu sein scheint.

Länge: 7 *mm*.

Fundort: »Vjeternica«-Höhle bei Zavala in der Umgebung von Trebinje (Herzegowina). Von Herrn Oberleutnant Kurt R. v. Arenstorff entdeckt (ex Absolon, l. c.).

Anmerkung: Solange der Bau der männlichen Vordertarsen nicht bekannt ist, läßt sich die systematische Stellung dieses merkwürdigen Tieres nicht genau angeben. Jedenfalls handelt es sich aber um den Vertreter einer eigenen, neuen Untergattung, *Scotoplanetes* Abs., die ich nur deshalb provisorisch in die Nähe von *Aphaenopsis* m. gebracht habe, weil sich aus der Beschreibung und Abbildung des *Scotoplanetes Arenstorffianus* gewisse Beziehungen zu *Aphaenopsis Apfelbecki* herausfinden lassen. Namentlich erinnern der ringsum eingeschnürte Kopf und der Mangel der hinteren Marginalseta an *Aphaenopsis*, welcher Untergattung die neue Art auch habituell ähnlich ist. Daß aber *Scotoplanetes* von *Aphaenopsis* trotzdem subgenerisch zu trennen ist, geht aus zahlreichen anderen Merkmalen (vollständige Ausbildung der Stirnfurchen und normale Lage des ersten Punktes der Series umbilicata) unzweifelhaft hervor.

Ebenso ist *Scotoplanetes* auch von allen übrigen blinden *Trechus*-Untergattungen zu trennen, und zwar: Von *Aphaenopidius* (*Treulandi*) durch die langen Stirnfurchen, die Zahl der Supraorbitalborsten, die senkrechten Epipleuren und die fehlende hintere Marginalseta des Halsschildes; von *Pseudaphaenops* (*tauricus*) durch die langen Stirnfurchen, die fehlende Marginalseta in den Hinterecken des Halsschildes und den Mangel einer Grundbehaarung auf den Flügeldecken; von *Aphaenops* durch die Lage des ersten Punktes der Series umbilicata; von *Anophthalmus* durch den schmalen Halsschild, die senkrechten Epipleuren desselben und die primitive Lagerung des ersten Punktes der Series umbilicata; von *Typhlo-*

trechus durch den gänzlich verschiedenen Habitus, den schmalen Halsschild und den vom Seitenrande nicht abgerückten ersten Punkt der Series umbilicata; von *Neotrechus* durch anderen Habitus, die senkrechten Halsschildepipleuren und den Mangel der hinteren Marginalseta des Halsschildes; von *Orotrechus* durch die senkrechten Halsschildepipleuren und die Lage des vorderen Punktes der Series umbilicata; von *Duvalius* und *Neoduvalius* durch gänzlich verschiedenen Habitus, die senkrechten Epipleuren und den Mangel der hinteren Marginalseta des Halsschildes.

38. **Trechus (Neotrechus) Ganglbaueri** Padewieth (p. 61 [71]).

Nach Dr. A. Langhoffer's Verzeichnis (»Fauna hrvatskih pečina« in »Rada Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti«, Bd. 193, 1912, p. 354) wird in Kuthy's Fauna regni Hungariae, Coleoptera, 1900, p. 30, als Fundort des *Tr. Ganglbaueri* Leskovo angegeben.

46*a*. **Trechus (Orotrechus) Messai** m. nov. spec.

Langgestreckte, kleine Art mit ziemlich langen und zarten Beinen und Fühlern. Hell rötlichgelb, glänzend. Der Kopf sehr schlank, zusammen mit den Mandibeln doppelt so lang als breit. Die Schläfen flach gerundet, hinten vom Halse zwar deutlich, aber nur unter einem sehr stumpfen Winkel abgesetzt; die Stirnfurchen vollständig, jedoch im hintersten Teil sehr seicht und daher wenig deutlich. Die Oberseite des Kopfes und die Schläfen mit nach vorn gerichteten, kleinen, gelben Härchen bedeckt.

Die Fühler zart, etwas über die Körpermitte nach hinten reichend, ihr zweites Glied etwa so lang als das dickere erste, das dritte ein und ein Drittel so lang als das zweite und etwas länger als das vierte, die beiden vorletzten drei bis viermal so lang als breit.

Der Halsschild länglich, im vorderen Drittel am breitesten und daselbst genau so breit als der Kopf, sein nur schmal leistenartig abgesetzter Seitenrand von den Vorderecken an bis zur Mitte in fast gleichmäßigem, schwachem Bogen gerundet, weiter hinten fast geradlinig verengt und vor den winzig kleinen, aber spitz vorspringenden Hinterecken nur sehr schwach ausgerandet. Der Vorderrand des Halsschildes nur äußerst flach ausgerandet, die Vorderecken nicht vorspringend. Die Basis des Halsschildes fast gerade oder nur äußerst schwach ausgerandet, jedoch jederseits innerhalb der spitzen Hinterecken sehr deutlich abgeschrägt und ausgeschnitten, so daß die Hinterecken selbst deutlich nach vorn verschoben erscheinen, wie bei gewissen *Bembidium*-Arten aus der Untergattung *Lopha* Steph. Die Hinterecken liegen dadurch scheinbar am Seitenrande des Halsschildes vor dessen Basis und erreichen selbst mit ihrer nach hinten (und außen) gerichteten Spitze das Niveau des Basalrandes nicht. Die ganze Halsschildscheibe ist mit feinen, schräg nach hinten gerichteten Härchen besetzt; am Ende des apicalen Viertels befindet sich jederseits ein deutliches, ovales Grübchen.

Die Flügeldecken sind mäßig gewölbt, länglich eiförmig, etwas hinter der Mitte am breitesten und daselbst etwa dreimal so breit als der Halsschild, von da an gegen die Schultern meist stärker verengt als nach hinten. Die Schulterecke zwar schwach, aber deutlich stumpfwinklig, der stark abgeschrägte Schulterrand fast gerade oder nur äußerst schwach eingebuchtet. Der Apicalrand der Flügeldecken gemeinschaftlich ziemlich breit verrundet. Außer dem schärfer eingeschnittenen Nahtstreif nur noch die zwei bis drei nächsten angedeutet, die übrigen vollkommen erloschen.

Der Nahtzwischenraum ist nur schwach oder gar nicht eingesenkt. Im dritten Zwischenraum befinden sich die drei normalen Borstenpunkte, wovon der mittlere meist deutlich hinter der Mitte der Flügeldecken gelegen ist. Der erste Punkt der Series umbilicata sehr groß, stark nach innen gerückt und hinter dem Niveau des ersten Seitenrandpunktes (das ist des zweiten Punktes der Series umbilicata) gelegen, diesem nicht oder nur wenig näher stehend als dem ersten Borstenpunkt des dritten Zwischenraumes; der zweite, dritte und vierte Punkt der Series umbilicata eine mit dem Seitenrande der Flügeldecken nach hinten stark divergierende Reihe bildend, in welcher der hinterste Punkt von den beiden vorderen viel weiter

abgerückt ist als diese unter sich. Das umgebogene Ende des Nahtstreifens erreicht nicht das Niveau des präapicalen Borstenpunktes im dritten Zwischenraum. Im Profil betrachtet, zeigen die Flügeldecken nur äußerst kurze, aufgerichtete, schwer sichtbare Härchen, die viel kürzer und undeutlicher als jene des Vorderkörpers sind. Die Mikroskulptur der Flügeldecken besteht aus rundlichen, schuppenartigen Maschen.

Die Abdominalsternite vor deren Hinterrand mit den zwei normalen, langen, aufgerichteten Tastborsten; außerdem das ganze Abdomen sehr deutlich schräg anliegend, weißlichgelb behaart. Diese Härchen sind in der Mitte länger und dichter, an den Seiten kürzer und spärlicher, doch immerhin noch sehr deutlich; die Punkte, aus denen die Härchen entspringen, sind dementsprechend an den Seiten fein und spärlich, in der Mitte dagegen kräftiger, an ihrem Vorderrande körnchenartig erhoben, häufig in die Quere gezogen oder zu welligen Querrunzeln miteinander verbunden.

Die Beine zart, blaßgelb; an den männlichen Vordertarsen nur das erste Glied schwach erweitert, gut anderthalbmal so lang als breit und am inneren Apicalwinkel kurz zahnförmig vortretend.

Länge: 4 bis 4·5 *mm*.

Fundort: eine vorläufig nicht näher angegebene Grotte in den Venetianer Voralpen. Von Herrn Dr. Josef Messa (Graz) in drei Exemplaren entdeckt, wovon er mir eines in hochherziger Weise für meine Sammlung überließ.

Verwandtschaft. *Trechus Messai* ist mit *Trechus venetianus* Winkler vom Bosco del Cansiglio zunächst verwandt, unterscheidet sich aber von ihm erheblich in folgenden Punkten:

Der Körper des *Trechus Messai* ist kleiner als bei *venetianus*, die Fühler und Beine zarter und heller gefärbt; der Halsschild ist vorne gleichmäßiger gerundet und die Seitenrandleiste viel feiner als bei *venetianus*, nicht deutlich aufgebogen und ohne tiefe Seitenrandkehle; die Flügeldecken von der Mitte gegen die Schultern stärker verengt; der vierte Punkt der Series umbilicata ist vom dritten weiter entfernt als dieser vom zweiten (bei *venetianus* sind diese drei Punkte gleichweit entfernt). Die Halsschildbasis ist jederseits stark abgeschrägt, wodurch die Hinterecken am Seitenrande, vor der Basis des Halsschildes, zu liegen scheinen (bei *venetianus* ist die Halsschildbasis innerhalb der Hinterecken schwach ausgerandet aber nicht abgeschrägt und daher die Hinterecken nicht nach vorne verschoben). Kopf und Halsschild sind fein, aber deutlich behaart (bei *venetianus* kahl); ebenso ist das Abdomen auf der ganzen Unterseite behaart (bei *venetianus* bloß in der Mitte, innerhalb der beiden längeren, vor dem Hinterrand der einzelnen Sternite gelegenen Tastborsten).

Durch die Behaarung des Abdomens ist *Tr. Messai* auch von allen übrigen *Orotrechus*-Arten verschieden.

Wegen der sekundären Lageveränderung der Hinterwinkel des Halsschildes, der zarteren und längeren Beine und Fühler, der helleren Färbung und der reichlicheren Behaarung halte ich den *Trechus Messai* für phylogenetisch höher stehend als *venetianus*, was auch damit übereinstimmt, daß dieser noch im Freien, jener dagegen bereits in Höhlen lebt und daher weitergehenden sekundären Veränderungen unterworfen war als *venetianus*.

Übersicht der Fundorte der blinden Trechen, nach geographischen Gesichtspunkten geordnet.[1]

Lombardei.

1. Grotta del Monte Tre Crocette auf dem »Campo di fiori«, NW von Varese. — *Trechus (Duvalius) Ghidinii* Gestro! (loc. class.).

Bergamasker Alpen.

2. Valle Seriana, Umgebung des Rifugio Curo (ca. 1900 *m*). — *Trechus (Duvalius) Knauthi serianensis* Breit! (loc. class.)

Südtirol — Lessinische Alpen.

3. Monte Pari (Judikarien), nordwestlich von Riva, am Nordabhang, gegen die Bocca di Saval, subalpin, unter Steinen. — *Trechus (Duvalius) Knauthi* Ganglb. f. typ.! (loc. class.).

4. Lavarone (Südtirol), im Freien, unter Steinen. — *Trechus (Orotrechus) Targionii* Della Torre!

5. Folgaria (Südtirol), Mezzaselva, im Freien, unter Steinen. — *Trechus (Orotrechus) Targionii* Della Torre!

6. Vallarsa (Südtirol), im Freien, unter Steinen. — *Trechus (Orotrechus) Targionii* Della Torre!

7. Piano della Fugazza (Südtirol), im Freien, unter Steinen. — *Trechus (Orotrechus) Targionii* Della Torre! (? Subsp. *Fiorii* Alzona).

8. Monte Mandriola (Südtirol, am Nordrand der Sette Comuni), unter dem Gipfel, im Freien, unter Steinen. — *Trechus (Orotrechus) Mandriolae* Ganglb.! (loc. class.).

9. Grotta d'Oliero bei Bassano, am Südrand der Sette Comuni (Venezien). — *Trechus (Orotrechus) Targionii* Della Torre (loc. class.).

10. Vallone di Canzialto am Monte Grappa, im Freien, unter Steinen. — *Trechus (Orotrechus) Targionii Fiorii* Alzona (loc. class.).

11. Grotta del Cameron, am Südabhang des Monte Verlaldo im Vicentinischen. — *Trechus Targionii* (?) Subsp. *vicentinus* Gestro (loc. class.).

Monti Berici (bei Vicenza).

12. Grotta delle Tette bei Lonigo. — *Trechus (Orotrechus) Fabianii* Gestro!

13. Grotte beim Covolo del Tesoro. — *Trechus (Orotrechus) Fabianii* Gestro!

14. Unterirdischer Steinbruch beim Covolo del Tesoro. — *Trechus (Orotrechus) Fabianii* Gestro!

15. Covolo (Grotta) della Guerra. — *Trechus (Orotrechus) Fabianii* Gestro!

16. Cogolo (Grotta) di Costozza. — *Trechus (Orotrechus) Fabianii* Gestro!

17. Grotta di Trene bei Nanto. — *Trechus (Orotrechus) Fabianii* Gestro (loc. class.)!

Venezianer Alpen.

18. Bosco del Cansiglio am Monte Cavallo, im Buchenwald, unter Laub und Steinen. — *Trechus (Orotrechus) Holdhausi* Ganglb! (loc. class.). — *Trechus (Orotrechus) venetianus* Winkler! (loc. class.). — *Trechus (Orotrechus) Mandriolae* Ganglb.!

Dobratsch-Karawanken-Steiner Alpen.

19. Eggerloch bei Warmbad Villach, am Fuße des Dobratsch. — *Trechus (Anophth.) Mariae* Schatzm.! (loc. class.).

---

[1] Nicht wenige Fundortangaben, die der Vollständigkeit halber in diese Übersicht aufgenommen werden mußten, sind meiner Ansicht nach zweifelhaft, so namentlich gewisse Angaben aus der ältesten Literatur und besonders aus Joseph's Schriften. Um einen gewissen Anhaltspunkt über die Richtigkeit der Fundorte zu geben, habe ich bei allen jenen Arten, die aus verläßlicher Quelle stammen oder von mir selbst gesammelt wurden, ein Ausrufungszeichen (!) beigefügt. Für die Richtigkeit der übrigen Zitate kann ich nicht garantieren.

20. Stollen bei der Valvasorhütte am Stou (Hochstuhl, Karawanken). — *Trechus (Anophth.) Mariae* Schatz m.! — *Trechus (Anophth.) hirtus Pretneri* J. Müll.! (loc. class.).

21. Hochobir (Karawanken), in einem verlassenen Stollen und im Freien, unter Steinen. — *Trechus (Anophth.) Schaumi Bernhaueri* Ganglb.! (loc. class.).

22. Höhle des Vellachtales bei Eisenkappel. — *Trechus (Anophth.) Gobanzi* Ganglb.! (loc. class.).

23. Grintouz (Steiner Alpen), am Rande eines Schneefeldes, unter Steinen. — *Trechus (Anophth.) Weberi* Ganglb. (loc. class.).

Südsteiermark.

24. Trbiška-Zijalka (Ermenc-Höhle) bei Leutsch, im oberen Sanntal. — *Trechus (Anophth.) Erebus* Krauss.!

25. Eriauc-Grotte bei Leutsch. — *Trechus (Anophth.) Erebus* Krauss.!

26. Rabosca luknja bei Loboje im Sanntal. — *Trechus (Anophth.) Schaumi* Schmidt (? Subsp. *Knirschi* Winkler).!

27. Soteska luknja bei Praßberg. — *Trechus (Anophth.) Schaumi* Schmidt (? Subsp. *Knirschi* Winkler).!

28. Vračka luknja bei Praßberg. — *Trechus (Anophth.) Erebus* Krauss (loc. class.). — *Trechus (Anophth.) Schaumi* Schmidt (? Subsp. *Knirschi* Winkler).! — *Trechus (Aphaenopid.) Treulandi* J. Müll.

29. Höhle im Dobravlje-Gebirge bei Fraßlau. — *Trechus (Anophth.) Erebus* Krauss.!

30. Skadanca jama bei Franz. — *Trechus (Anophth.) Schaumi* Schmidt. Subsp. *Knirschi* Winkler (loc. class.).!

31. Höhle »Zelenjak« am Čret bei Franz. — *Trechus (Aphaenopidius) Treulandi* J. Müll.! (loc. class.).

32. Pongraz-Grotte bei Hellenstein. — *Trechus (Anophth.) Schaumi* Schmidt (Subsp.?).!

33. Glija jama (Lehmhöhle) am Nordwestabhang des Kirchberges St. Nikolaus bei Planinsdorf in der Umgebung von Montpreis. — *Trechus (Anophth.) Schaumi* Schmidt (? Subsp.).

34. Bučerca-Höhle bei Reichenburg, etwa $^3/_4$ Stunden östlich von der Bahnstation zwischen Poniku und Ansche. — *Trechus (Anophth.) Schaumi* Schmidt (? Subsp.).

Julische Alpen.

35. Črna prst alpin, auf Trümmerhalden, unter tief eingebetteten Steinen. — *Trechus (Anophth.) Scopolii bohiniensis* Ganglb.! (loc. class.).

36. Krn-Gebiet? — *Trechus (Anophth.) hirtus Severi* Ganglb.

37. Dante-Grotte bei Tolmein. — *Trechus (Anophth.) hirtus* Sturm, Subsp. (!).

38. Schachthöhle bei St. Gendra am rechten Isonzoufer oberhalb Plava. — *Trechus (Anophth.) Scopolii* Sturm f. typ.!

Veldes-Radmannsdorf-Bischoflack.

39. Babji zob-Grotte bei Veldes. — *Trechus (Anophth.) hirtus Micklitzi* Ganglb.!

40. Častitlja jama bei Radmannsdorf. — *Trechus (Anophth.) hirtus Micklitzi* Ganglb.! (loc. class.).

41. Kevderca jama am Ljubnik bei Bischoflack. — *Trechus (Orotrechus) longicornis* Motsch.! (veris. loc. class.).

42. Höhle auf dem Berge Ljubnik. — *Trechus (Orotrechus) globulipennis* Schaum (nach Ferd. Schmidt).

43. Höhlen um Bischoflack. — *Trechus (Anophth.) Schaumi* Schmidt (nach Dr. Joseph).

Tarnowaner und Birnbaumer Wald.

44. Höhle bei Tarnowa. — *Trechus (Anophth.) Scopolii* f. typ.!

45. Jama za lesom bei Eriauci nächst Karnizza. — *Trechus (Anophth.) Schmidti insignis* J. Müll.! (loc. class.).

46. Schneider-Schacht bei Karnizza. — *Trechus (Anophth.) hirtus spectabilis* Jos.!

47. Buchenwald bei Karnizza, in einer Doline, unter tief eingebetteten Steinen. — *Trechus (Anophth.) Scopolii* Sturm f. typ.!

48. Cvetrez-Höhle im Tarnowaner Wald. — *Trechus (Anophth.) Scopolii* Sturm f. typ. — *Trechus (Anophth.) Schaumi* Schmidt (typ. oder subsp.?). — Beide Arten aus dem Gobanz'schen Material.

49. Peuč bei Idria. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki* Sturm var., am ehesten mit *Hauckei* übereinstimmend. (Gobanz).

50. Höhle bei Sadlog zwischen Zoll und Idria. — *Trechus (Anophth.) hirtus* Sturm f. typ.

51. Zoll im Birnbaumerwald. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki* Sturm var., dem *Hacqueti* sehr nahestehend.

52. Nanos, im Buchenwald, unter Steinen. — *Trechus (Anophth.) Scopolii* Sturm f. typ.!

53. Volčja jama am Nanos. — *Trechus (Anophth.) hirtus Severi* Ganglb. (loc. class.).

Adelsberg-Planina-Laas
(Innerkrain).

54. Zavinka jama bei Präwald. — *Trechus (Anophth.) Scopolii* Sturm (f. typ.).

55. Höhle von Luegg. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki Hauckei* Ganglb.! (loc. class.) — *Trechus (Anophth.) Schmidti* Sturm f. typ.! (loc. class.). — *Trechus (Anophth.) hirtus spectabilis* Jos., Übergangsform zu *Severi* Ganglb.!

56. Höhle von Setz, auf dem Wege von Adelsberg nach Luegg. — *Trechus (Anophth.) Scopolii* Sturm f. typ. (loc. class.).

57. Adelsberg (ohne nähere Angabe der Höhle). — *Trechus (Orotrechus) longicornis* Motsch. (von Sever gesammelt, daher zweifelhafter Provenienz).

58. Adelsberger Grotte. — *Trechus (Anophth.) Schmidti* Sturm, wahrscheinlich typ. Form (nach JOSEPH).

59. Magdalenen-Schacht bei Adelsberg. — *Trechus (Anophth.) Schmidti* Sturm, wahrscheinlich die typ. Form (nach JOSEPH). — *Trechus (Anophth.) hirtus spectabilis* Jos.!

60. Črna jama bei Adelsberg. — *Trechus (Anophth.) hirtus spectabilis* Jos.!

61. Nußdorfergrotte südlich von Adelsberg. — *Trechus (Anophth.) Schmidti* Sturm (nach JOSEPH).

62. Kellergrotte bei Nußdorf an der Poik. — *Trechus (Anophth.) hirtus* Sturm var.!

63. Veliki Javornik bei Adelsberg, subalpin, unter Steinen. — *Trechus (Anophth.) Scopolii* Sturm f. typ.!

64. Osojnica-Höhle bei Kaltenfeld in der Umgebung von Adelsberg. — *Trechus (Anophth.) Scopolii* Sturm f. typ.!

65. Planina-Höhle. — *Trechus (Anophth.) hirtus* Sturm var. — *Trechus (Anophth.) pubens* Bedel (loc. class., nach JOSEPH).

66. Graf Falkenhayn-Höhle bei Laze in der Gemeinde Planina. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki Hauckei* Ganglb.! loc. class.).

67. Mrzla jama am Kreuzberg bei Laas. — *Trechus (Anophth.) pubens* Bedel (loc. class., nach JOSEPH).

68. Kreuzberghöhle bei Laas. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki Hauckei* Ganglb.! (loc. class.).

Triester Karst.

69. Gradenca jama bei Hudi Log (im Karst von Opachiesela, nördlich von Monfalcone). — *Trechus (Orotrechus) globulipennis* Schaum!

70. Perhavja jama bei Novavas (im Karst von Opachiesela). — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus* J. Müll.!

71. Zajepljeni dol bei Novavas. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus* J. Müll.!

72. Schneider-Grotte bei Trnovica. — *Trechus (Orotrechus) globulipennis* Schaum.!

73. Grotte bei Pliskovica. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus* J. Müll.

74. Jelenca jama bei Kobilaglava. — *Trechus (Orotrechus) globulipennis* Schaum!

75. Draga von Ponikve zwischen St. Daniel und Avber. — *Trechus (Orotrechus) globulipennis* Schaum!

76. Grotta delle Torri bei Slivno nächst Nabresina. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus* J. Müll.! (loc. class.).

77. Noegrotte (Hadesschacht) bei Nabresina. — *Trechus (Anophth.) hirtus Mayeri* J. Müll.! (loc. class.).

78. Schacht zwischen Zgonik und Gabrovica südöstlich von Nabresina. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus* J. Müll.!

79. Grotta Clementina bei Opčina nächst Triest. — *Trechus (Orotrechus) globulipennis* Schaum! (Originalfundort des *Tr. Müllerianus* Schatzm. = *globulipennis* Schaum).

80. Lindnergrotte bei Trebič nächst Triest, 320 *m* unter dem Erdboden. — *Trechus (Anophth.) Schmidti* Sturm! (Subsp.?).

81. Griža-Schlund bei Storje unweit Sessana. — *Trechus (Orotrechus) globulipennis* Schaum.

82. Kačna jama bei Divača (310 *m* tief, — *Trechus (Anophth.) Schmidti* Sturm! (Subsp.?).

Nordistr. Karst, Tschitschenboden.

83. Schacht bei Kozina, in der Richtung gegen Rodik. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus* J. Müll.!

84. Grotte »Tri jamah« bei Materia. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus* J. Müll.

85. Dimnice-Höhle bei Markovšina. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus* J. Müll.! — *Trechus (Anophth.) hirtus istrianus* Ganglb.! (loc. class.).

86. Medvedova jama bei Markovšina. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus* J. Müll.

87. Vidalova jama bei Obrov. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus* J. Müll.!

88. Grotte an der Straße Golac — Obrov. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus* J. Müll.!

89. Pečina pod stržen bei Poljane nächst Castelnuovo. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus* J. Müll.!

90. Pečina na Padežu bei Poljane. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus* J. Müll.!

91. Polina peč bei Poljane. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus* Müll. — *Trechus (Anophth.) Schmidti istriensis* J. Müll.! (loc. class.).

92. Ulica pečina bei Castelnuovo. — *Trechus (Anophth.) Schmidti istriensis* J. Müll.! (loc. class.).

93. Jabučinov stržen bei Castelnuovo. — *Trechus (Anophth.) Schmidti istriensis* J. Müll.! (loc. class.).

94. Höhle von Račice bei Castelnuovo. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus* J. Müll.!

95. Jama za glavic e bei Mune. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus* J. Müll.!

96. Höhle bei Dolenje, südlich von Illyrisch-Feistritz. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus* J. Müll.!

97. Höhle bei Jurdani nächst Castua. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus* J. Müll.!

98. Schacht in der Lokalität Bliznice bei Lupoglava. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus* J. Müll.!

99. Höhle am Monte Maggiore, auf dem Wege vom Stephanie-Schutzhaus nach Abbazzia. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki*, Subsp. ex aff. *tergestini* J. Müll.!

100. Monte Maggiore, im Buchenwald oberhalb des Stephanie-Schutzhauses, unter Steinen. — *Trechus (Anophth.) Schmidti Flachi* Winkler! (loc. class.).

Umgebung Domžale (nordwestlich von Laibach).

101. Dolga Cirkva-Höhle bei Domžale. — *Trechus (Anophth.) Schaumi* Schmidt f. typ. (loc. class.!).

102. Dolga jama am Sumberg bei Domžale. — *Trechus (Anophth.) hirtus* Sturm, f. typ.!

103. Höhlen um Vir bei Aich. — *Trechus (Anophth.) Schaumi* Schmidt. — *Trechus (Anophth.) hirtus* Sturm.

104. Höhlen um Aich. — *Trechus (Anophth.) Schaumi* Schmidt. — *Trechus (Anophth.) hirtus* Sturm.

105. Höhlen um Moräutsch. — *Trechus (Anophth.) Schaumi* Schmidt. — *Trechus (Anophth.) hirtus* Sturm.

106. Ihanska jama bei Jauchen (Ihan). — *Trechus (Anophth.) hirtus* Sturm.

Unterkrain.

107. Velka Pasica am Krimberg bei Oberigg, südlich von Laibach. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki Hacqueti* Sturm.! — *Trechus (Anophth.) Schmidti opacipennis* J. Müll.! (loc. class.) — *Trechus (Anophth.) hirtus* Sturm f. typ., loc. class.! (nach JOSEPH die typ. Form und die Rasse *spectabilis*).

108. Ajdovska peč bei Bründl nächst Gurkfeld an der südsteirischen Grenze. — *Trechus (Anophth.) hirtus ajdovskanus* Ganglb.! (loc. class.).

109. Höhle bei Bründl (vielleicht identisch mit der vorigen?). — *Trechus (Anophth.) Schaumi* Schmidt!

110. Grotte von Treffen in Unterkrain. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki* Sturm (ab. *oblongicollis* JOSEPH?).

111. Konjsca-Grotte bei Groß-Laschitz. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki* Sturm f. typ.! — *Trechus (Anophth.) Schaumi* Schmidt!

112. Skednenca Grotte bei Rašica nächst Groß-Laschitz. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki* Sturm f. typ.?

113. Dreibrüdergrotte bei Gottschee. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki* Sturm f. typ.!

114. Schafloch bei Gottschee. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki* Sturm f. typ.!

115. Jagdloch bei Gottschee. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki* Sturm f. typ.!

116. Franziska Grotte bei Gottschee. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki* Sturm f. typ.!

117. Eleonorengrotte bei Gottschee. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki* Sturm var.!

118. Seleer Grotte bei Gottschee. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki* Sturm f. typ.! (loc. class.).

119. Friedrichsteiner Wald bei Gottschee, im Wald, unter Steinen. — *Trechus Scopolii Kaufmanni* Ganglb.! (loc. class.). — *Trechus (Anophth.) Schaumi* Schmidt!

120. Umgebung Gottschee (näherer Fundort?). — *Trechus (Anophth.) hirtus* Subsp.!

121. God jama bei Oberskrill, in der Nähe der kroatischen Grenze (vielleicht = Jagdloch bei Oberskrill, nach Dr. H. KRAUSS). *Trechus capillatus* Joseph (loc. class.).

Krain: ungenaue Fundortsangaben.

122. »Eisgrotte in Innerkrain«. — *Trechus (Orotrechus) globulipennis* Schaum (loc. class., nach SCHAUM).

123. »Vranitzna jama«, Krain. — *Trechus (Anophth.) cordicollis* Motsch. (? = *Schmidti* var.). Nach MOTSCHULSKY.

124. Grotten bei St. Kanzian in Krain. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki Hacqueti* Sturm! — *Trechus (Anophth.) Schaumi* Schmidt f. typ.! — *Trechus (Anophth.) hirtus* Sturm f. typ.!

125. »Boštonova jama, St. Kanzian, Vier«. — *Trechus (Anophth.) Schaumi* Schmidt f. typ.

Kroatien: Bezirk Agram.

126. Höhle von Bizek im Sljemegebirge, nördlich von Agram. — *Trechus (Anophth.) Scopolii Weingärtneri* Winkler! (loc. class.).

127. Schlucht von Podsused im Sljemegebirge. — *Trechus (Anophth.) Scopolii Weingärtneri* Winkler! (loc. class.).

128. Höhle von Ozalj an der Kulpa nördlich von Karlstadt. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki ozaljensis* Bedel! (loc. class.). — *Trechus (Anophth.) Schaumi Hochetlingeri* Winkler (loc. class.).

Kroatien: Liburnischer Karst bei Fiume.

129. Javorova kosa, in einer Seitenschlucht der Dobra, östlich von Skrad. — *Trechus (Anophth.) Scopolii* Sturm Subsp. ex aff. *Kaufmanni* Ganglb.

130. Kupjak-Berg, im Freien, unter Steinen. — *Trechus (Anophth.) Scopolii Paveli* Csiki!

131. Rišnjak, Ostabhang, im Freien, unter Steinen. — *Trechus (Anophth.) Scopolii Paveli* Csiki! — *Trechus (Anophth.) Schmidti Soósi* Csiki (loc. class.).

132. Gebiet westlich vom Rišnjak, im Freien, unter Steinen. — *Trechus (Anophth.) Scopolii Bartkoi* Csiki! (loc. class.).

133. Plasa, östlich von Fužine, im Freien, unter Steinen. — *Trechus (Anophth.) Scopolii Bartkoi* Csiki.!

134. Bitoraj, östlich von Fužine, im Freien, unter Steinen. — *Trechus (Anophth.) Scopolii Bartkoi* Csiki! (von diesem Fundort als *Scopolii* var. *Szilagyi* Csiki beschrieben). — *Trechus (Anophth.) Schmidti* Subsp.! (vielleicht *Soósi* Csiki).

135. Fužine, im Freien, unter Steinen. — *Trechus (Anophth.) Scopolii Bartkoi* Csiki!

136. Bukova kusa (Höhle), etwa 25 *km* nördlich von Fužine. — *Trechus (Anophth.) Scopolii Paveli* Csiki (loc. class.).

137. Höhle bei Lokve. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki* Sturm. Subsp. ex aff. *Hacqueti* und *ozaljensis!* — *Trechus (Anophth.) hirtus Kerteczi* Csiki (loc. class.).

138. Höhle bei Tounj. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki.* Subsp. ex aff. *Hacqueti* und *ozaljensis!*

139. Höhle bei Josipdol. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki.* Subsp. ex aff. *Hacqueti* und *ozaljensis!* — *Trechus (Neoduvalius) Langhofferi* Csiki (loc. class.!)

140. Luška pečina bei Jasenak. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki.* Subsp. ex aff. *Hacqueti* und *ozaljensis*!

141. Unbenannte Höhle im Kapelagebirge. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki.* Subsp. ex aff. *ozaljensis.*

Lika (Kroatien) und Velebitgebirge.

142. Höhle von Studence. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki Kiesenwetteri* Schaum.

143. Höhle von Samograd. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki Kiesenwetteri* Schaum.

144. Höhle von Perušič. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki Kiesenwetteri* Schaum! (loc. class.). — *Trechus (Neoduvalius) Reitteri* Mill.!

145. Höhle von Pazarište. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki Kiesenwetteri* Schaum.

146. Grotte bei Mogorice. — *Trechus (Neoduvalius) Reitteri* Mill.! (loc. class.).

147. Likaner Höhlen (ohne nähere Fundortsangabe). — *Trechus (Neoduvalius) Eurydice* Schauf. (loc. class.).

147*a* Grotte bei Lovinac. — *Trechus (Neoduvalius) Eurydice* Schauf.

148. Velebit, kroatischer Teil, angeblich in Erdlöchern, in denen Erdäpfel aufbewahrt werden. — *Trechus (Neotrechus) Ganglbaueri* Padewieth (nach SEQUENS).

149. Plješevica bei Zengg, im Walde, unter Steinen. — *Trechus (Neoduvalius) Reitteri* Mill.! — *Trechus (Typhlotrechus) velebiticus* Ggl b.!

150. Senjsko Bilo bei Zengg, im Walde, unter Steinen. — *Trechus (Neoduvalius) Reitteri* Mill.!

151. Grotten nordwestlich von Starigrad, am Fuße des Velebit. — *Trechus (Neotrechus) Ganglbaueri* Padewieth (nach der von SEQUENS und REITTER stark angezweifelten Angabe des Autors).

152. Paklenicatal, auf der dalmatinischen Seite des Velebit, in Höhlen. — *Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki likanensis* Schauf.!

Nordwest-Bosnien (Krajina).

153. Sanski most (Höhle?). — *Trechus (Neoduvalius) Eurydice* Schauf.

154. Prijeka glavica bei Drvar (Höhle?). — *Trechus (Neoduvalius) Reitteri* L. Mill.!

155. Dragišica-Höhle bei Petrovac. — *Trechus (Neoduvalius) Neumanni* J. Müll.! (loc. class.).

156. Höhle bei Varcar Vakuf. — *Trechus (Neoduvalius) Styx* Apfb. (loc. class.).

Nordost-Bosnien.

157. Höhle bei Maglaj an der Bosna. — *Trechus (Duvalius) maglajensis* Apfb. (loc. class.).

Süd-Bosnien.

(Inklusive der herzegowinischen Grenzgebirge.)

158. Höhle bei Banja stijena. — *Trechus (Duvalius) Kautianus* Apfb. (loc. class.).

159. Brateljevička pećina bei Kladanj, nordöstlich von Sarajevo. — *Trechus (Neoduvalius) Reiseri* Ganglb. (loc. class.).

160. Höhle bei Pale in der Romanja planina (Umgebung von Sarajevo). — *Trechus (Duvalius) Winneguthi* Apfb. loc. class.).

161. Treskavica planina, im Freien, unter Steinen. — *Trechus (Duvalius) pilifer* Ganglb.! — *Trechus (Duvalius) trescavicensis* Ganglb.! (loc. class.).

162. Bjelašnica planina, im Freien, unter Steinen. — *Trechus (Duvalius) pilifer* Ganglb.! (loc. class.).

163. Höhle in der Bjelašnica planina. — *Trechus (Aphaenopsis) Apfelbecki* Ganglb.!

164. Höhle in der Preslica planina bei Konjica (herzegowinisches Grenzgebiet). — *Trechus (Aphaenopsis) Apfelbecki* Ganglb.! (loc. class.).

165. Vran planina. — *Trechus (Neoduvalius) vranensis* Breit (loc. class.).

Dinarische Alpen.

(Bosnisch-dalmatinisches Grenzgebiet.)

166. Mračna pećina im Prologgebirge. — *Trechus (Neoduvalius) Schatzmayri* J. Müll.! (loc. class.). — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus dinaricus* J. Müll.

167. Pećina Mandić im Prologgebirge. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus dinaricus* J. Müll.! (loc. class.).

Zentral-Dalmatien.

168. »Velika Zečica« und Mala Zečica, Höhlen bei Labin an der Bahnstrecke Spalato—Sebenico. — *Trechus (Duvalius) Novaki Giromettai* J. Müll.! (loc. class.).

169. Labišnica-Höhle bei Labin. — *Trechus (Duvalius) Novaki*, Übergangsform zu *Giromettai* J. Müll.!

170. Jama na Docu bei Prgomet, in der Umgebung von Labin. — *Trechus (Duvalius) Novaki*, Übergangsform zu *Giromettai* J. Müll.!

171. Jama na Krstači bei Prgomet. — *Trechus (Duvalius) Novaki*, Übergangsform zu *Giromettai* J. Müll.!

172. Bunarina-Grotte bei Lečevica, nordöstlich von Labin. — *Trechus (Duvalius) Novaki*, Übergangsform zu *Giromettai* J. Müll.!

173. Jama na kuku, zwischen Radošić und Lečevica. — *Trechus (Duvalius) Novaki*, Übergangsform zu *Giromettai* J. Müll.!

174. Slipačka peć (Höhle) bei Dugopolje, nordöstlich von Spalato. — *Trechus (Duvalius) Novaki*, Übergangsform zu *Giromettai* J. Müll.! — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus* L. Mill.!

175. Höhle bei Dugopolje. — *Trechus (Duvalius) Novaki* J. Müll. f. typ.! (loc. class.).

176. Vranjača pećina bei Kotlenice am Nordfuß des Mosorgebirges. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus* L. Mill.!

177. Jama na Osovo im Mosorgebirge. — *Trechus (Duvalius) Netolitzkyi* J. Müll.!

178. Snježnica unter dem Ljubljan im Mosorgebirge. — *Trechus (Duvalius) Netolitzkyi* J. Müll.!

179. Dana pećina im Mosorgebirge. — *Trechus (Duvalius) Netolitzkyi* J. Müll.! — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus* L. Mill.!

180. Höhle im Mosorgebirge, oberhalb Kotlenice. — *Trechus (Duvalius) Netolitzkyi* J. Müll.! (loc. class.). — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus* L. Mill.!

181. Jama pod Andrinim guvnom, im südlichen Teil des Mosorgebirges, oberhalb Gata. — *Trechus (Duvalius) Netolitzkyi* J. Müll.!

182. Höhle bei Lujić in der Umgebung von Lovreć. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus* L. Mill.!

183. Muševa pećina bei Zagvozd am Fuße des Biokovogebirges. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus* L. Mill.!

184. Doline bei Kaoci im Biokovogebirge, in einer dunklen Felsspalte. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus* L. Mill.

185. Česminova jama bei Novasela, in der Umgebung Vrgorac. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus* Subsp.! (vielleicht *jablanicensis* Apfb.?).

186. »Grotten des Narentatales« (ohne genauere Angabe). — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus* L. Mill. f. typ.! (loc. class.; nach L. MILLER). — Nach APFELBECK vielleicht auch *Trechus amabilis* Schauf.

187. Bazgova jama bei Neresi auf der Insel Brazza. — *Trechus (Duvalius) lucidus* J. Müll.! (loc. class.).

Herzegowina, Süd-Dalmatien und Süd-Montenegro.

188. Kleine Höhle bei Jablanica im Narentatal. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus jablanicensis* Apfb. (loc. class.).

189. Höhlen im Veležgebirge. — *Trechus (Duvalius) Speiseri hercegovinensis* Krauss (loc. class.). — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus Halmai* Apfb.!

190. Utrešnji-Höhle bei Nevesinje, am Fuße des Veležgebirges. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus Halmai* Apfb.!

191. Höhle bei Studenci in der Herzegowina. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus* Mill. Subsp.!

192. Höhle bei Dol. Hrasno in der Herzegowina. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus* L. Mill. (wahrscheinlich typ. Form).

193. Höhlen auf der Halbinsel Sabbioncello in Dalmatien. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus* L. Mill. (wahrscheinlich die typ. Form).

194. Vodena jama, eine Stunde oberhalb Gacko in der Herzegowina. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus suturalis* Schauf.

195. »Höhlen bei Gacko« (ohne nähere Bezeichnung der Fundstellen). — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus suturalis metohiensis* Apfb. (loc. class.).

196. Zatlo-Höhle bei Korito, in der Nähe von Kobila glava, zwischen Gacko und Bilek. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus suturalis* Schauf.!

197. Höhle bei Konita in der Umgebung von Grepci (Herzegowina, in der Nähe der dalmatinischen Grenze, nördlich von Ragusa). — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus suturalis* Schauf. (nach PAGANETTI-HUMMLER).

198. Höhle westlich der Gendarmeriekaserne von Grepci. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus suturalis* Schauf. (nach PAGANETTI-HUMMLER).

199. Höhle südwestlich von Grepci. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus suturalis* Schauf. (nach PAGANETTI-HUMMLER).

200. »Höhlen bei Moško und Trebinje« (nach APFELBECK). — *Trechus dalmatinus trebinjensis* Apfb. (loc. class.).

201. Einsturzhöhle oberhalb Gličanj (nordwestlich von Trebinje). — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus suturalis* Schauf. var.!

202. »Vjeternica« (= Windhöhle) bei Zavala (Umgebung von Trebinje). — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus* L. Mill.! (vielleicht eigene Rasse, die jedoch nicht wie die in anderen Grotten bei Trebinje gesammelten Exemplare zum Formenkreis des *suturalis*, sondern zu jenem des *dalmatinus* gehört). — *Trechus Scotoplanetes Arenstorffianus* Absolon. (loc. class.)

203. Iljima pećina bei Bihovo, südlich von Trebinje. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus suturalis* Schauf. var.!

204. Höhle am Petrina, südöstlich von Trebinje. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus suturalis* Schauf. var.!

205. Höhle bei Gluha smokva, zwischen Trebinje und Duži. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus suturalis* Schauf. var.! *Trechus (Neotrechus) Paganettii Meixneri* L. Müll.! (loc. class.).

206. Höhle bei Drašin do, an der Reichsstraße zwischen Trebinje und Duži. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus suturalis* Schauf. var.

207. Höhle bei Drieno in der Herzegowina, an der Reichsstraße Ragusa—Trebinje. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus suturalis* Schauf.!

208. Grotte beim Fort Imperial oberhalb Ragusa. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus suturalis* Schauf.!

209. Höhle bei Stolivo in der Umgebung von Cattaro, Dalmatien. — *Trechus (Neotrechus) Paganettii* Ganglb. f. typ.! (loc. class.). — *Trechus (Neotrechus) datmatinus suturalis* Schauf.

210. Cattaro (ohne nähere Angabe der Höhle). — *Trechus (Neotrechus) Paganettii* Ganglb. f. typ. (nach APFELBECK).

211. Kleine Höhle bei Njeguš (Montenegro), hart an der Reichsstraße nach Cattaro. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus suturalis* Schauf.!

Nord-Montenegro inklusive bosnisch-herzegovinisches Grenzgebirge.

212. Durmitor, hochalpin. — *Trechus (Duvalius) durmitorensis* Apfb. (loc. class.).

213. Teufelshöhle im Orlovac-Gebirge (Montenegro). — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus amplipennis* J. Müll.! (loc. class.). — *Trechus (Neotrechus) Hilfi* Reitt.!

214. Ljubičen planina (bosnisch-montenegrinisches Grenzgebirge). — *Trechus (Duvalius) veris. durmitorensis* Apfb.!

215. Höhlen am Volujak (bosnisch-herzegowinisch-montenegrinisches Grenzgebirge. — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus amplipennis* J. Müll.! (loc. class.) — *Trechus (Neotrechus) Setniki* Reitt.!

216. Volujak, hochalpin, im Freien, unter Steinen. — *Trechus (Duvalius) Speiseri* Ganglb.! (loc. class.).

217. Maglić (bosnische Seite des Volujak), im Freien, unter Steinen. — *Trechus (Duvalius) Speiseri* Ganglb.!

218. Höhle am Lebršnik (bosnisch-herzegowinisches Grenzgebirge). — *Trechus (Neotrechus) Ottonis* Reitt.!

219. Vilina pećina am Lebršnik. — *Trechus (Neotrechus) Setniki* Reitt.! (loc. class.). — *Trechus (Neotrechus) Hilfi* Reitt.! loc. class.).

220. Bukova rupa (Höhle) am Gubar (herzegowinisch-montenegrinisches Grenzgebiet, südöstlich von Trebinje). — *Trechus (Neotrechus) dalmatinus amplipennis* J. Müll.! — *Trechus (Neotrechus) Hilfi* Reitt.!

Montenegro (ohne nähere Fundortsangabe).

221. Montenegro (von Erber gesammelt). — *Trechus* (Subgen.?) *Erichsoni* Schauf.

Bulgarien.

222. Hoher Balkan (ohne nähere Fundortsangabe). — *Trechus (Duvalius) balcanicus* Friv. (loc. class.). Von Merkl gesammelt.

Europäische Türkei.

223. Belgrader Wald bei Konstantinopel. — *Trechus (Duvalius) turcicus* Friv. (loc. class.). Von Merkl gesammelt.

Griechenland.

224. Parnaß, in Höhlen. — *Trechus (Duvalius) Krüperi* Schaum! (loc. class.).

225. Parnaß, hochalpin, im Freien, unter Steinen. — *Trechus (Duvalius) Oertzeni* Mill. (loc. class.).

Halbinsel Krim (Südrußland).

226. Höhle bei Kisil-Koba nächst Simferopol. — *Trechus (Pseudaphaenops) tauricus* Winkler! (loc. class.).

Katalog.

Genus **Trechus** Clairville.

Subgen. **Duvalius** Delarouzée 1859.

Genus *Duvalius* Delar., Ann. Soc. ent. France, 1859, 65.
Subgen. *Anophthalmus* Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 209, ex parte.
» — Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 136, ex parte.
» *Duvalius* Ganglb., Münch. Kol. Ztschr., II, 1904, 192, ex parte.
» — J. Müll. Anzeig. Akad. Wiss. Wien, 2. Mai 1913.
» — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 13 [23].

turcicus Frivaldsky 1880. — Türkei: Belgraderwald bei Konstantinopel.

Anophthalmus turcicus Friv., Term. Füz., IV, 1880, 261.
Trechus (Anophth.) turcicus Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 137.
— *(Duvalius) turcicus* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 17 [27].

Knauthi Ganglbauer 1904. — Südtirol: Monte Pari.

Trechus (Duvalius) Knauthi Ganglb., Münch. Kol. Ztschr., II, 1904, 189.
— — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 17 [27].

Subsp. **serianensis** Breit 1913. — Bergamasker Alpen: Valle Seriana.

Trechus (Duvalius) Knauthi serianensis Breit, Ent. Mitt., II, 1913, 12.
— — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 18 [28].

Oertzeni Miller 1884. — Griechenland: Parnaß.

Anophthalmus Oertzeni Mill., Verh. zool. bot. Ges. Wien, XXXIII, 1884, 264.
Trechus (Anophth.) Oertzeni Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 140.
— *(Duvalius) Oertzeni* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 18 [28].

balcanicus J. Frivaldsky 1879. — Bulgarien: Hoher Balkan.

Anophthalmus balcanicus Friv., Term. Füz., III, 1879, 231.
Trechus (Anophth.) balcanicus Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 136.
— *(Duvalius) balcanicus* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 18 [28].

pilifer Ganglbauer 1891. — Südbosnien: Bjelašnica und Treskavica planina.

Trechus (Anophth.) pilifer Ganglb., Wien. ent. Zeitg., 1891, 124.
— — — Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 209.
— — — Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 146.
— *(Duvalius) pilifer* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 19 [29].

Subsp. **Leonhardianus** Breit 1913. — Südbosnien: Visočica planina.

Trechus (Duvalius) pilifer Leonhardianus Breit, Ent. Mitt., II, 1913, 12.
— — — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien. Bd. XC, 19 [29].

Ghidinii Gestro 1909.

Anophthalmus Ghidinii Gestro, Ann. Mus. Civ. Genova, XLIV, 1909, 202.
Trechus (Duvalius) Ghidinii J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 19 [29].

Lombardei: Varese, Grotta del Monte Tre Crocette.

trescavicensis Ganglbauer 1891.

Trechus (Anophth.) trescavicensis Ganglb., Wien. ent. Zeitg., 1891, 125.
— — — Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 210.
— — — Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 146.
— *(Duvalius) trescavicensis* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 20 [30].

Südbosnien: Treskavica planina.

Speiseri Ganglbauer 1892.

Trechus (Anophth.) Speiseri Ganglb., Wien, ent. Zeitg., 1892, 233.
— — — Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 138.
— *(Duvalius) Speiseri* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 20 [30].

Herzegowina: Volujak und Maglić.

Subsp. **hercegovinensis** Krauss 1906.

Anophthalmus Budae hercegovinensis Krauss, Wien. ent. Zeigt., 1906, 259.
Trechus (Duvalius) Speiseri hercegovinensis J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 21 [31]

Herzegowina: Velež planina.

durmitorensis Apfelbeck 1904.

Trechus (Anophth.) durmitorensis Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 138.
— *(Duvalius) durmitorensis* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 21 [31].

Montenegro: Durmitor (vielleicht auch Ljubičen planina).

Winneguthi Apfelbeck 1907.

Anophthalmus (Duvalius) Winneguthi Apfb., Glasnik zem. Muz. u Bosni i Herceg., XIX, 1907, 305.
— — — Apfb., Wien. ent. Zeitg., 1907, 318.
Trechus (Duvalius) Winneguthi J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 22 [32].

Südbosnien: Höhle bei Pale (Umgebung von Sarajevo).

Kautianus Apfelbeck 1907.

Anophthalmus (Duvalius) Kautianus Apfb., Glasnik zem. Muz. u Bosni i Herceg., XIX, 1907, 401.
Trechus (Duvalius) Kautianus J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 22 [32].

Südostbosnien: Höhle bei Banja stijena.

maglajensis Apfelbeck 1908.

Anophthalmus (Duvalius) maglajensis Apfb., Glasnik Muz. zem. u Bosni i Herceg., XX, 1908, 415.
Trechus (Duvalius) maglajensis J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 22 [32].

Nordbosnien: Höhle bei Maglaj.

Novaki J. Müller 1911.

Trechus (Anophth.) Netolitzkyi Novaki J. Müll., Wien. ent. Zeitg., 1911, 1.
— *(Duvalius) Novaki* J. Müll., Wien. ent. Zeitg., 1912, 297.
— — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. CX, 23 [33].

Zentraldalmatien: Höhle bei Dugopolje.

Subsp. **Giromettai** J. Müller 1912.

Trechus (Duvalius) Novaki Giromettae J. Müll., Wien. ent. Zeitg., 1912, 297.
— — — *Giromettai* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 23 [33].

Zentraldalmatien: Höhlen bei Labin.

Netolitzkyi J. Müller 1908.

Zentraldalmatien: Höhlen im Mosorgebirge.

Trechus (Duvalius) Netolitzkyi J. Müll., Wien. ent. Zeitg., 1908, 233.
— — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 24 [34].

lucidus J. Müller 1903.

Zentraldalmatien: Bazgova jama auf der Insel Brazza.

Anophthalmus lucidus J. Müll., Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, 1903, 876.
Trechus (Anophth.) lucidus Ganglb., Münch. Kol. Zeitschr., II, 1904, 192.
— *(Duvalius) lucidus* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 25 [35].

Krüperi Schaum 1862.

Griechenland: Höhlen des Parnaß.

Anophthalmus Krüperi Schaum, Berl. ent. Zeitschr., VI, 1862, 111.
Trechus (Anophth.) Krüperi Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 139.
— *(Duvalius) Krüperi* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 25 [35].

Subgen. **Neoduvalius** J. Müller 1913.

Subgen. *Anophthalmus* Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 209, ex parte.
» — Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 136, ex parte.
» *Duvalius* Ganglb., Münch. Kol. Zeitschr., II, 1904, 192, ex parte.
» *Neoduvalius* J. Müll., Anzeiger Akad. Wiss. Wien, 2. Mai 1913.
» — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 26 [36].

Reiseri Ganglbauer 1891.

Bosnien: Höhle bei Kladanj.

Trechus (Anophth.) Reiseri Ganglb., Wien. ent. Zeitg., 1891, 126.
— — — Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 212.
— — — Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 147.
— *(Neoduvalius) Reiseri* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 27 [37].

vranensis Breit 1904.

Herzegowina: Höhle in der Vran planina.

Trechus (Anophth.) vranensis Breit, Münch. Kol. Zeitschr., II, 1904, 28.
— *(Neoduvalius) vranensis* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 27 [37].

Reitteri L. Miller 1880.

Lika (Kroatien) und bosnisches Grenzgebiet: In Höhlen und im Freien.

Anophthalmus Reitteri Mill., Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1880, 203.
— *Acherontius* Schauf., Ann. Soc. ent. France, 1881, Bull. LXXXVI.
Trechus (Anophth.) Reitteri Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 212.
— — — Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 147.
— *(Neoduvalius) Reitteri* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 28 [38].

Styx Apfelbeck 1904.

Zentralbosnien: Höhle bei Vacar Vakuf.

Trechus (Anophth.) Styx Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 139.
— *(Neoduvalius) Styx* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 28 [38] (an species bona?).

Eurydice Schaufuß 1881.

Höhlen der Lika (Kroatien).

Anophthalmus Eurydice Schauf., Ann. Soc. ent. France, 1881, Bull. LXXXVI.
Trechus (Anophth.) Eurydice Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 212.
— — — Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 147.
— *(Neoduvalius) Eurydice* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 28 [38].

Schatzmayri J. Müller 1912. — Nordwestbosnien: Prologgebirge.

Trechus (Duvalius) Schatzmayri J. Müll., Wien. ent. Zeitg. 1912, 297.
— *(Neoduvalius) Schatzmayri* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 29 [39].

Neumanni J. Müller 1911. — Nordwestbosnien: Petrovac.

Trechus (Duvalius) Neumanni J. Müll., Wien. ent. Zeitg., 1911, 1.
— *(Neoduvalius) Neumanni* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 31 [41].

Langhofferi Csiki 1913. — Liburnischer Karst: Höhle bei Josipdol.

Anophthalmus (Duvalius) Langhofferi Csiki, Ann. Mus. Hung., XI, 1913, 386.
Trechus (Neoduvalius) Langhofferi J. Müll., Denksch. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 86 [96].

Subgen. **Typhlotrechus** J. Müller 1913.

Genus *Anophthalmus* Sturm, Deutschl. Ins., XV 131, ex parte.
» — Schaum, Natg. Ins. Deutschl., I, 1860, 658, ex parte.
Subgen. — Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 209, ex parte.
» — Ganglb., Münch. Kol. Ztschr., II, 1904, 192, ex parte.
» — Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 136, ex parte.
» *Typhlotrechus* J. Müll., Anzeig. Akad. Wiss. Wien, 2. Mai 1913.
» — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, 31 [41].

velebiticus Ganglbauer 1904. — Kroatien: Velebitgebirge.

Trechus (Anophth.) velebiticus Ganglb., Münch. Kol. Ztschr., II, 1904, 350.
— *(Typhlotrechus) velebiticus* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. CX, 32 [42].

Bilimeki Sturm 1847. — Unterkrain (loc. class.: Seleer Grotte bei Gottschee).

Anophthalmus Bilimeki Sturm, Deutschl. Ins., XIX, 1847, 114, XXI, t. 392, f. *B.*
— — Schaum, Natg. Ins. Deutschl., I, 1860, 659.
— — Jacq. Duval, Gen. Col., I, t. 8, f. 37.
Trechus (Anophth.) Bilimeki Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 216.
— *(Typhlotrechus) Bilimeki* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 32 [42].
Anophthalmus robustus Motsch., Etud. ent., XI, 1862, 44.
— *Bilimeki* var. *oblongicollis* Joseph, Berl. ent. Ztschr., 1870, 272.

Subsp. **tergestinus** J. Müller 1905. — Triester Karst, Istrien.

Anophthalmus Bilimeki tergestinus J. Müll., Wien. ent. Zeitg., 1905, 32.
Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki tergestinus J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 33 [43].

Subsp. **Hauckei** Ganglbauer 1913. — Innerkrain.

Trechus (Anophth.) Bilimeki Hauckei Ganglb., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 11 [21].
Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki Hauckei J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 35 [45].

Subsp. **Kiesenwetteri** Schaum 1862. — Lika (Kroatien).

Anophthalmus Kiesenwetteri Schaum, Berl. ent. Ztschr., 1862, 419.
— — var. *rectangularis* Schauf., Ann. Soc. ent. France, 1882, 158.

Trechus (Anophth.) Kiesenwetteri Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 217.
— — — ab. *rectangularis* Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 217.
— — — Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 147.
— — *Bilimeki Kiesenwetteri* Ganglb., Münch. Kol. Ztschr., II, 1904, 190.
— *(Typhlotrechus) Bilimeki Kiesenwetteri* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. CX, 35 [45].

Subsp. **Hacqueti** Sturm 1853. — Krimberg bei Laibach, Oberkrain.

Anophthalmus Hacqueti Sturm, Deutschl. Ins., XXII 91, t. 408, f. *a*, *A*.
— — Schaum, Natg. Ins. Deutschl., I, 1860, 659.
Trechus (Anophth.) Hacqueti Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 216.
— — *Bilimeki Hacqueti* Ganglb., Münch. Kol. Ztschr., II, 1904, 191.
— *(Typhlotrechus) Bilimeki Hacqueti* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 35 [45].

Subsp. **ozaljensis** Bedel 1876 (nom. nov.). — Ozalj (Kroatien).

Anophthalmus croaticus Hampe, Berl. ent. Ztschr. 1870, 332.
— *oszaljensis* Bedel, nom. nov., Ann. Soc. ent. France, 1876, Bull. CXXIV.
Trechus (Anophth.) Kiesenwetteri var. *oszailensis* Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 217.
— *(Typhlotrechus) Bilimeki ozaljensis* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 35 [45].

Subsp. **likanensis** Schaufuss 1882. — Velebitgebirge.

Anophthalmus likanensis Schauf., Ann. Soc. ent. France, 1882, Bull. CXXV.
— — var. *vexator* Schauf., Ann. Soc. ent. France, 1882, Bull. CXXVI.
Trechus (Anophth.) Kiesenwetteri var. *likanensis* Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 217.
— — — — ab. *vexator* Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 217.
— *(Typhlotrechus) Bilimeki likanensis* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 35 [45].

Subsp. **Procházkai** Obenberger 1913. — Nordbosnien: Höhle bei Žepče.

Anophthalmus Bilimeki Procházkai Obenberger, Časopis Česke Společnosti Entom., X, 1913, 26, Fig. 1 und 2 *B*.
Trechus (Typhlotrechus) Bilimeki Procházkai J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 87 [97].

Subgen. **Anophthalmus** Sturm 1844, s. str.

Genus *Anophthalmus* Sturm, Deutschl. Ins., XV 131, ex parte.
» — Schaum, Natg. Ins. Deutschl., I, 1860, 658, ex parte.
Subgen. — Ganglb., Käf. Mitteur., I, 1892, 209, ex parte.
» — Ganglb., Münch. Kol. Ztschr., II, 1904, 192, ex parte.
» — Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 136, ex parte.
» — J. Müll., Anzeig. Akad. Wiss. Wien, 2. Mai 1913.
» — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss., Wien, Bd. CX, 37 [47].

Weberi Ganglbauer 1911. — Steiner Alpen: Grintouz.

Trechus (Anophth.) Weberi Ganglb., Wien. ent. Zeitg., 1911, 239.
— — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 38 [48].

Gobanzi Ganglbauer 1911. — Höhle bei Eisenkappel (Kärnten).

Trechus (Anophth.) Gobanzi Ganglb., Wien. ent. Zeitg., 1911, 237.
— — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 39 [49].

Scopolii Sturm 1851. — Innerkrain, Tarnowaner Wald, St. Gendra.

Anophthalmus Scopolii Sturm, Deutschl. Ins., XXI, 1851, 111, t. 392, f. *A.*
— — Schaum, Natg. Ins. Deutschl., I, 1860, 662.
Trechus (Anophth.) Scopolii Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 217.
— — — Ganglb., Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1899, 530.
— — — Winkler, Ent. Blätt., 1912, 244.
— — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 40 [50].

Subsp. **bohiniensis** Ganglbauer 1903. — Črna prst (Julische Alpen).

Trechus (Anophth.) bohiniensis Ganglb., Wien. ent. Zeitg., 1903, 118.
— — *Scopolii bohiniensis* Ganglb., Wien. ent. Zeitg., 1911, 240.
— — — — Winkler, Ent. Blätter, 1912, 244.
— — — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 40 [50].

Subsp. **Paveli** Csiki 1899. — Fiumaner Karst (Bukova kusa, Rišnjak, Kupjak).

Trechus (Anophth.) Paveli Csiki, Term. Füz., XXII, 1899, 479.
— — *Scopolii* Ganglb., Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1899, 530, ex parte.
— — — *Paveli* Ganglb., Wien. ent. Zeitg., 1911, 241, ex parte.
— — — *Barthoi* Winkler, Ent. Blätter, 1912, 245.
— — — *Paveli* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 41 [51].

Subsp. **Bartkoi** Csiki 1912. — Fiumaner Karst (südwestlich vom Rišnjak; Fužine, Plasa, Bitoraj).

Anophthalmus Scopolii var. *Barthoi* Csiki, Ann. Mus. Hung., 1912, 510.
— — var. *Szilagyi* Csiki, Ann. Mus. Hung., 1912, 510.
Trechus (Anophth.) Scopolii Ganglb., Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1899, 529, ex parte.
— — — *Paveli* Ganglb., Wien. ent. Zeitg., 1911, 241, ex parte.
— — — — Winkler, Ent. Blätter, 1912, 244.
— — — *Barthoi* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 41 [51].

Subsp. **Kaufmanni** Ganglbauer 1899. — Unterkrain: Gottschee.

Trechus (Anophth.) Scopolii var. *Kaufmanni* Ganglb., Verh. zool. bot. Ges. 1899, 530.
— — — *Kaufmanni* Ganglb., Wien. ent. Zeitg., 1911, 241.
— — — — Winkler, Ent. Blätter, 1912, 246.
— — — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. CX, 42 [52].

Subsp. **Weingärtneri** Winkler 1912. — Sljemegebirge bei Agram.

Trechus (Anophth.) Scopolii Weingärtneri Winkler, Ent. Blätter, 1912, 246.
— — — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. CX, 42 [52].

Schaumi Schmidt 1859. — Oberkrain.

Anophthalmus Schaumi Schmidt, Ztschr. krain. Landesmuseum, 1859.
— — Schmidt, Verh. zool. bot. Ges. Wien, X, 1860, 670, t. XII, f. 4.
— — Schaum, Natg. Ins. Deutschl., 1860, 661.
— — Joseph, Berl. ent. Ztschr., 1870, 263.
Trechus (Anophth.) Schaumi Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 218.
— — — Winkler, Ent. Blätter, 1912, 247.
— — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 42 [52].
? Ab. vel subsp. *planipennis* Joseph, Berl. ent. Ztschr., 1870, 264. — Unterkrain.
Trechus (Anophth.) Schaumi var. *planipennis* Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 218.

Subsp. **Knirschi** Winkler 1912. — Südsteiermark (Umgebung von Franz).

Trechus (Anophth.) Schaumi Knirschi Winkler, Ent. Blätter, 1912, 247.
— — — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. CX, 44 [54].

Subsp. **Hochetlingeri** Winkler 1912. — Kroatien: Höhle bei Ozalj.

Trechus (Anophth.) Schaumi Hochetlingeri Winkler, Ent. Blätter, 1912, 248.
— — — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. CX, 44 [54].

Subsp. **Bernhaueri** Ganglbauer 1895. — Karawanken: Hochobir.

Anophthalmus Bernhaueri Ganglb., Wien. ent. Zeitg., 1895, 262.
Trechus (Anophth.) Schaumi Bernhaueri Winkler, Ent. Blätter, 1912, 247.
— — — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 44 [54].

Schmidti Sturm 1844. — Innerkrain (loc. class: Höhle von Luegg).

Anophthalmus Schmidti Sturm, Deutschl. Ins., XV, 1844, 131, t. 303.
— — Schaum, Natg. Ins. Deutschl. I, 1860, 661.
— — Joseph, Berl. ent. Zeitschr., 1870, 262.
Trechus (Anophth.) Schmidti Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 217.
— — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 45 [55].
? *Anophthalmus Motschulskyi* F. Schmidt, Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1860, 671. — ? Velka Pasica am Krimberg.
? — *cordicollis* Motschulsky, Etud. ent., 1862, 43. — Vranitzna jama.
? — *rostratus* Motschulsky, Etud. ent., 1862, 43. — Krain.
? — *trechioides* Motschulsky, Etud. ent., 1862, 44. — Krain.

Subsp. **insignis** J. Müller 1912. — Tarnowaner Wald bei Görz.

Trechus (Anophth.) Schmidti insignis J. Müll., Wien. ent. Zeitg., 1912, 299.
— — — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 45 [55].

Subsp. **opacipennis** J. Müller 1913. — Krimberg (Krain): Velka Pasica.

Trechus (Anophth.) Schmidti opacipennis J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Bd. XC, Wien, 46 [56].

Subsp. **istriensis** J. Müller 1909. — Nordistrien.

Trechus (Anophth.) Schmidti istriensis J. Müll., Wien. ent. Zeitg., 1909, 273.
— — — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 46 [56].

Subsp. **Flachi** Winkler 1912. — Monte Maggiore.

Trechus (Anophth.) Schmidti Flachi Winkler, Ent. Blätter, 1912, 248.
— — — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 46 [56].

Subsp. **Soósi** Csiki 1912. — Fiumaner Karst: Rišnjak.

Anophthalmus Schmidti var. *Soósi* Csiki, Ann. Mus. Hung., 1912, 511.
Trechus (Anophth.) Schmidti Soósi Winkler, Ent. Blätter, 1912, 248.
— — — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 46 [56].

Erebus Krauss 1906. — Südsteiermark (besonders Umgebung von Leutsch und Praßberg).

Trechus (Anophth.) Erebus Krauss, Wien. ent. Zeitg., 1906, 257.
— — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 47 [57].

Mariae Schatzmayr 1904. — Eggerloch bei Villach und Hochstuhl (Karawanken).

Trechus (Anophth.) Mariae Schatzm., Münch. Kol. Ztschr., II, 1904, 210.
— -- -- J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 48 [58].

hirtus Sturm 1853. — Umgebung Laibach (Krimberg, Domžale etc.).

Anophthalmus hirtus Sturm, Deutschl. Ins., XXII, 1853, 93, t. 408, f. *b*, *B*.
— — Schaum, Natg. Ins. Deutschl., I, 1860, 662.
— — Joseph, Berl. ent. Zeitschr., 1870, 266.
Trechus (Anophth.) hirtus Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 218.
— — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 49 [59].
? *Anophthalmus costulatus* Motsch., Etud. ent., XII, 1862, 42. — Krain:
? — *hirtus* var. *convexus* Joseph, Berl. ent. Zeitschr., 1870, 267. — Pasica-Grotte am Krimberg.

Subsp. **ajdovskanus** Ganglbauer 1913. — Bründl an der Save.

Trechus (Anophth.) hirtus Ajdovskanus Ganglb., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 11 [21].
Trechus (Anophth.) hirtus Ajdovskanus J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 51 [61].

Subsp. **Micklitzi** Ganglbauer 1913. — Radmannsdorf (Oberkrain).

Trechus (Anophth.) hirtus Micklitzi Ganglb., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 11 [21].
Trechus (Anophth.) hirtus Micklitzi J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 52 [62].

Subsp. **Pretneri** J. Müller 1913. — Karawanken: Hochstuhl.

Trechus (Anophth.) hirtus Pretneri J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 52 [62].

Subsp. **Kertecsi** Csiki 1912. — Fiumaner Karst: Höhle von Lokve.

Anophthalmus hirtus var. *Kertecsi* Csiki, Ann. Mus. Hung., 1912, 511.
Trechus (Anophth.) hirtus Kertecsi J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 52 [62].

Subsp. **istrianus** Ganglbauer 1913. — Nordistrien (Dimnice).

Trechus (Anophth.) hirtus istrianus Ganglb., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 12 [22].
Trechus (Anophth.) hirtus istrianus J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 52 [62].

Subsp. **Mayeri** J. Müller 1909. — Triester Karst (Noe-Grotte).

Trechus (Anophth.) hirtus Mayeri J. Müll., Wien. ent. Zeitg., 1909, 273.
— — — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 52 [62].

Subsp. **spectabilis** Joseph 1870. — Innerkrain.

Anophthalmus hirtus spectabilis Joseph, Berl. ent. Ztschr., 1870, 267.
Trechus (Anophth.) hirtus spectabilis J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 53 [63].

Subsp. **Severi** Ganglbauer 1897. — Volčja jama am Nanos.

Trechus (Anophth.) Severi Ganglb., Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1897, 565.
— — *hirtus Severi* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 53 [63].

pubens Bedel 1866. — Planina und Laas (Innerkrain).

Anophthalmus pubens Bedel, Ann. Soc. ent. France, 1866, Bull. CXXV.
— *pubescens* Joseph, Berl. ent. Ztschr., 1870, 268.
Trechus (Anophth.) pubens Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 219.
— — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 54 [64].
Ab. aut subsp. (?) **amplus** Joseph, 1870.
Anophthalmus pubescens var. *amplus* Joseph, Berl. ent. Ztschr., 1870, 269.
Trechus (Anophth.) pubens var. *amplus* Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 219.
— — — ab. aut subsp. (?) *amplus* J. Müll., Denksch. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 55 [65].

Subgen. **Aphaenopsis** J. Müller 1913.

Subgen. *Aphaenops* Ganglb., Wien. ent. Zeitg., 1891, 128, ex parte.
» — Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 196, ex parte.
» — Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 147, ex parte.
» *Anophthalmus* Ganglb., Münch. Kol. Ztschr., II, 1904, 193, ex parte.
» *Aphaenopsis* J. Müll., Anzeig. Akad. Wiss. Wien, 2. Mai 1913.
» — J. Müll. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 55 [65].

Apfelbecki Ganglbauer 1891. — Südbosnien (Bjelašnica und Preslica planina).

Trechus (Aphaenops) Apfelbecki Ganglb., Wien. ent. Zeitg., 1891, 127.
— — — Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 219.
— — — Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 143 und 147.
— *(Anophth.) Apfelbecki* Ganglb., Münch. Kol. Ztschr., II, 1904, 193.
— *(Aphaenopsis) Apfelbecki* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 55 [65].

Subgen. **Scotoplanetes** Absolon 1913.

Subgen. *Scotoplanetes* Absolon, Col. Rundschau, II, 1913, 93.
» — J. Müll. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 87 [97].

Arenstorffianus Absolon 1913. — S.-Herzegowina: Höhle bei Zavala.

Anophthalmus (Scotoplanetes) Arenstorffianus Absolon, Col. Rundschau, II, 1913, 93.
Trechus (Scotoplanetes) Arenstorffianus J. Müll. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 87 [97].

Subgen. **Aphaenopidius** J. Müller 1913.

Subgen. ? J. Müll., Wien. ent. Zeitg., 1909, 274.
» *Aphaenopidius* J. Müll., Anzeig. Akad. Wiss. Wien, 2. Mai 1913.
» *Austriaphaenops* Absolon Col. Rundschau, II, 1. Juni 1913, 99.
» *Aphaenopidius* J. Müll. Denkschr. Akad. Wiss.. Wien, Bd. XC, 56 [66].

Treulandi J. Müller 1909. — Südsteiermark (Franz und Praßberg).

Trechus Treulandi J. Müll., Wien. ent. Zeitg., 1909, 274.
— *(Aphaenopidius) Treulandi* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 57 [67].

Subgen. **Pseudaphaenops** Winkler 1912.

Subgen. *Pseudaphaenops* Winkler, Kol. Rundschau, 1912, 134.
» — J. Müll., Anzeig. Akad. Wiss. Wien, 2. Mai 1903.
» — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 58 [68].

tauricus Winkler 1912. — Krim.

Trechus (Pseudaphaenops) tauricus Winkler, Col. Rundschau, 1912, 134.
— — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 58 [68].

Subgen. **Neotrechus** J. Müller 1913.

Subgen. *Anophthalmus* Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892.
» — Apfb., Käf. Balk., I, 1904.
» — Ganglb., Münch. Kol. Ztschr., 1904, ex parte.
» *Neotrechus* J. Müll., Anzeig. Akad. Wiss. Wien, 2. Mai 1913.
» — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 59 [69].

Ganglbaueri Padewieth 1891. — Velebit.

Anophthalmus Ganglbaueri Padewieth, Wien. ent. Zeitg., 1891, 258.
Trechus (Anophth.) Ganglbaueri Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 217.
Anophthalmus Ganglbaueri J. Müll., Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, 1903, 881.
Trechus (Anophth.) Ganglbaueri Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 147.
— *(Neotrechus) Ganglbaueri* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 61 [71].

Paganettii Ganglbauer 1896. — Bocche di Cattaro (Süddalmatien).

Trechus (Anophth.) Paganettii Ganglb., Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1896, 460.
Anophthalmus Paganettii J. Müll., Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, 1903, 881.
Trechus (Anophth.) Paganettii Ganglb., Münch. Kol. Ztschr., II, 1904, 350.
— — — Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 143.
— *(Neotrechus) Paganettii* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 61 [71].

Subsp. **Meixneri** J. Müller 1912. — Herzegowina (Umgebung Trebinje).

Trechus (Anophth.) Paganettii Meixneri J. Müll., Wien. ent. Zeitg., 1912, 298.
Trechus (Neotrechus) Paganettii Meixneri J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 62 [72].

Setniki Reitter 1904. — Volujak (bosn.-mont. Grenze).

Anophthalmus Setniki Reitt., Wien. ent. Zeitg., 1904, 151.
Trechus (Neotrechus) Setniki J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 62 [72].

Ottonis Reitter 1905. — Lebršnik (bosn. mont. Grenze).

Anophthalmus Ottonis Reitt., Wien. ent. Zeitg., 1905, 311.
Trechus (Neotrechus) Ottonis J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 62 [72].

dalmatinus L. Miller 1861. — Zentraldalmatien.

Anophthalmus dalmatinus L. Mill., Wien. ent. Monatschr., 1861, 255.
— — Schauf., Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1864, 673.
— — Reitt., Wien. ent. Zeitg., 1890, 101 und 102.
Trechus (Anophth.) dalmatinus Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 215, ex parte.
Anophthalmus dalmatinus J. Müll., Wien. ent. Zeitg., 1903, 149 und 151.

Anophthalmus dalmatinus J. Müll., Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, 1903, 881.
Trechus (Anophth.) dalmatinus Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 140 und 147.
Anophthalmus dalmatinus J. Müll., Wien. ent. Zeitg., 1906, 149.
Trechus (Neotrechus) dalmatinus J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien. Bd. XC, 63 [73].

Subsp. **dinaricus** J. Müller 1912. — Prologgebirge (Dinar. Alpen).

Trechus (Anophth.) dalmatinus dinaricus J. Müll., Wien. ent. Zeitg., 1912, 299.
— *(Neotrechus) dalmatinus dinaricus* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 65 [75].

Subsp. **jablanicensis** Apfelbeck 1904. — Oberes Narentatal (Jablanica).

Trechus (Anophth.) dalmatinus jablanicensis Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 141.
— *(Neotrechus) dalmatinus jablanicensis* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 65 [75].

Subsp. **Halmai** Apfelbeck 1904. — Veležgebirge (Herzegowina).

Trechus (Anophth.) dalmatinus Halmai Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 141.
Anophthalmus dalmatinus Halmai J. Müll., Wien. ent. Zeitg., 1906, 149.
— — — J. Meixner, Mitt. Nat. Ver. Steierm., Bd. 47, 1911, 411.
Trechus (Neotrechus) dalmatinus Halmai J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 65 [75].

Subsp. **suturalis** Schaufuss 1864. — Montenegro, Herzegowina, Süddalmatien.

Anophthalmus suturalis Schauf., Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1864, 673.
— — Reitt., Wien. ent. Zeitg., 1890, 101.
Trechus (Anophth.) dalmatinus ♂ Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 216.
Anophthalmus suturalis J. Müll., Wien. ent. Zeitg., 1903, 149.
— — J. Müll., Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, 1903, 881.
Trechus (Anophth.) suturalis Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 141.
Anophthalmus dalmatinus suturalis J. Müll., Wien. ent. Zeitg., 1906, 149.
Trechus (Neotrechus) dalmatinus suturalis J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 66 [76].

Subsp. **trebinjensis** Apfelbeck 1904. — Höhlen bei Movko und Trebinje (Herzegowina).

Trechus (Anophth.) suturalis trebinjensis Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 141.
— *(Neotrechus) dalmatinus trebinjensis* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 66 [76].

Subsp. **metohiensis** Apfelbeck 1904. — Höhlen bei Gacko (Herzegowina).

Trechus (Anophth.) suturalis metohiensis Apfb., Käf. Balk., 1904, 141.
— *(Neotrechus) dalmatinus metohiensis* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 66 [76].

Subsp. **amplipennis** J. Müller 1911. — Mont.-bosn.-herzeg. Grenzgebirge.

Trechus (Anophth.) dalmatinus suturalis amplipennis J. Müll., Wien. ent. Zeitg., 1911, 2.
Trechus (Neotrechus) dalmatinus amplipennis J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 67 [77].

Hilfi Reitter 1903. — Mont.-bosn.-herzeg. Grenzgebirge.

Anophthalmus Hilfi Reitt., Wien. ent. Zeitg., 1903, 212, und 1904, Taf. I, Fig. 9.
Trechus (Neotrechus) Hilfi J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 67 [77].

Subgen. **Orotrechus** J. Müller 1913.

Genus *Anophthalmus* Schaum, Natg. Ins. Deutschl., I, 1880, 658, ex parte.
Subgen. — Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 209, ex parte.
» — Ganglb., Münch. Kol. Ztschr., II, 1904, 191, ex parte.
» — Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 136, ex parte.
» *Orotrechus* J. Müll., Anzeig. Akad. Wiss. Wien, 2. Mai 1913.
» — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 68 [78].

Mandriolae Ganglbauer 1911. — Monte Mandriola (Südtirol) und Venez. Alpen.

Trechus (Anophth.) Mandriolae Ganglb., Wien. ent. Zeitg., 1911, 241.
— *(Orotrechus) Mandriolae* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 70 [80].

Targionii Della Torre 1880. — Bassano (Venez.) Südtirol.

Anophthalmus Targionii Della Torre, Bull. Soc. ent. Ital., XII, 1880, 253, tav. I.
— — Gestro, Ann. Mus. Civ. Genova, serie 2ª, II, 1885, 146, tav. IV, fig. 8.
— — Gestro, Bull. Soc. ent. Ital., XVIII, 1886, 39, tav. I, fig. 8.
Trechus (Anophth.) Targionii Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 215.
Anophthalmus Targionii Gestro, Ann. Mus. Civ. Genova, serie 2ª, XX, 1900, 571.
Trechus (Orotrechus) Targionii J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 70 [80].

Subsp. **Fiorii** Alzona 1899. — Monte Grappa (Venezianer Alpen).

Anophthalmus Fiorii Alzona, Boll. del Nat. Siena, 1899, XIX, 94.
— — Gestro, Ann. Mus. Civ. Genova, serie 2ª, Vol. XX, 1900, 571.
Trechus (Anophth.) Targionii Fiorii Ganglb., Wien. ent. Zeitg., 1903, 119.
— — — Subsp. (?) *Fiorii* Ganglb., Wien. ent. Zeitg., 1911, 243.
— *(Orotrechus) Targionii Fiorii* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 71 [81].

Subsp. (?) **vicentinus** Gestro 1907. — Monte Verlaldo (Vicentinische Alpen).

Anophthalmus vicentinus Gestro, Ann. Mus. Civ. Genova, serie 3ª, Vol. III, 1904, 172.
Trechus (Anophth.) Targionii (aut. *Holdhausi* ?) subsp. (?) *vicentinus* Ganglb., Wien. ent. Zeitg., 1911, 244.
— *(Orotrechus) Targionii* subsp. (?) *vicentinus* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 71 [81].

venetianus Winkler 1911. — Bosco Cansiglio (Venez. Alpen).

Anophthalmus venetianus Winkler, Ent. Rundschau, 1911, 4.
Trechus (Orotrechus) venetianus J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 72 [82].

Messai J. Müller 1913. — Venezianer Voralpen.

Trechus (Orotrechus) Messai J. Müll. Riv. Col. Ital., November 1913.
— — — J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 89 [99].

Fabianii Gestro 1900. — Monti Berici bei Vicenza

Anophthalmus Fabianii Gestro, Ann, Mus. Civ. Genova, serie 2ª, XX, 1900, 570.
— — Viré et Alzona, Bull. Mus. d'hist. natur., 1901, 344 (Biolog.).
Trechus (Orotrechus) Fabianii J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 72 [82].

Holdhausi Ganglbauer 1904. — Bosco del Cansiglio (Venezian. Alpen).

Trechus (Anophth.) Holdhausi Ganglb., Münch. Kol. Ztschr., II, 1904, 224.
(Orotrechus) Holdhausi J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC. 73 [83].

longicornis Motschulsky 1862. — Höhle am Ljubnik bei Bischoflack.

Anophthalmus longicornis Motsch., Etud. Ent., 1862, 40.

Trechus (Anophth.) globulipennis Ganglb., Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1891, 462.

— *(Orotrechus) longicornis* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 74 [84].

globulipennis Schaum 1860. — Innerkrain, Triester Karst.

Anophthalmus globulipennis Schaum, Natg. Ins. Deutschl., I, 1860, 660.

— — Schmidt, Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1860, 669, Taf. XII, Fig. 3.

Trechus (Anophth.) globulipennis Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 218.

— — *Müllerianus* Schatzmayr, Wien, ent. Zeitg., 1907, 216.

— *(Orotrechus) globulipennis* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 74 [84].

Species incertae sedis.

Erichsoni Schaufuss 1864. — Montenegro.

Anophthalmus Erichsoni Schauf., Verh. zool. bot. Ges., Wien, XIV, 1864, 674.

Trechus (Anophth.) Erichsoni Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 141.

— — — Ganglb., Münch. Kol. Ztschr., II, 1904, 350.

— (Subgen.?) *Erichsoni* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 76 [86].

amabilis Schaufuss 1863. — Dalmatiner Grotten (Narentatal?).

Anophthalmus amabilis Schauf., Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1863, 1220.

Trechus (Anophth.) amabilis Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 216.

— — — Apfb., Käf. Balk., I, 1904, 142.

— — — Ganglb., Münch. Kol. Ztschr., II, 1904, 351.

— (Subgen.?) *amabilis* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 77 [87].

capillatus Joseph 1870. — Godjama bei Oberskril (Unterkrain).

Anophthalmus capillatus Joseph, Berl. ent. Ztschr., XIV, 1870, 269.

Trechus (Anophth.) capillatus Ganglb., Käf. Mitteleur., I, 1892, 219.

— (Subgen.?) *capillatus* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 77 [87].

Pfeifferi Apfelbeck 1908. — S. O. Bosnien: Höhle bei Kalinovik.

Trechus (Anophth.) Pfeifferi Apfb., Glasnik zemaljskog muzeja u Bosni i Herceg., XX, 1908, 416.

— (Subgen.?) *Pfeifferi* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 79 [89].

Noesskei Apfelbeck 1908. — S. Herzegowina: Höhle am Orjen.

Trechus (Anophth.) Noesskei Apfb. Glasnik zemaljskog muzeja u Bosni i Herceg., XX, 1908, 416.

— (Subgen.?) *Noesskei* J. Müll., Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Bd. XC, 79 [89].

Alphabetisches Register der Untergattungen, Arten, Rassen und Synonyme.[1]

	Seite
Acherontius	28 [38]
Ajdovskanus	51 [61]
amabilis	77 [87]
amplipennis	67 [77]
amplus	55 [65]
Anophthalmus	37 [47]
Apfelbecki	55 [65]
Aphaenopidius	56 [66]
Aphaenops	59 [69]
Aphaenopsis	55 [65]
Arenstorffianus	87 [97]
Austriaphaenops	65 [75]
balcanicus	18 [28]
Bartkoi	41 [51]
Bernhaueri	44 [54]
Bilimeki	32 [42]
bohiniensis	40 [50]
capillatus	77 [87]
convexus	54 [64]
cordicollis	47 [57]
costulatus	54 [64]
croaticus	32 [42]
dalmatinus	63 [73]
dinaricus	65 [75]
durmitorensis	21 [31]
Duvalius	13 [23]
Erebus	47 [57]
Erichsoni	76 [86]
Eurydice	28 [38]
Fabianii	72 [82]
Fiorii	71 [81]
Flachi	46 [56]
Ganglbaueri	61 [71]
Ghidinii	19 [29]
Giromettai	23 [33]
globulipennis Schaum	74 [84]
globulipennis Ganglb.	74 [84]
Gobanzi	39 [49]
Gounellei	65 [75]
Hacqueti	35 [45]
Halmai	65 [75]
Hauckei	35 [45]
hercegovinensis	21 [31]
Hilfi	67 [77]
hirtus	49 [59]
Hochetlingeri	44 [54]
Holdhausi	73 [83]
insignis	45 [55]
istrianus	52 [62]
istriensis	46 [56]
jablanicensis	65 [75]
Kaufmanni	42 [52]
Kautianus	22 [32]
Kertezsi	52 [62]
Kiesenwetteri	35 [45]
Knauthi	17 [27]
Knirschi	44 [54]
Krüperi	25 [35]
Langhofferi	86 [96]
Leonhardianus	19 [29]
likanensis	35 [45]
longicornis	74 [84]
lucidus	25 [35]
maglajensis	22 [32]
Mandriolae	70 [80]
Mariae	48 [58]
Mayeri	52 [62]
Meixneri	62 [72]

[1] Die Synonyme sind in gewöhnlichen Lettern und die Untergattungen **fett**gedruckt.

	Seite
Messai	89 [99]
metohiensis	66 [76]
Micklitzi	52 [62]
Motschulskyi	47 [57]
Müllerianus	74 [84]
Neoduvalius	26 [36]
Neotrechus	59 [69]
Netolitzkyi	24 [34]
Neumanni	31 [41]
Noesskei	79 [89]
Novaki	23 [33]
oblongicollis	33 [43]
Oertzeni	18 [28]
opacipennis	46 [56]
Orotrechus	68 [78]
Ottonis	62 [72]
ozaljensis	35 [45]
Paganettii	61 [71]
Paveli	41 [51]
Pfeifferi	79 [89]
pilifer	19 [29]
planipennis	44 [54]
Procházkai	87 [97]
Pretneri	52 [62]
pubens	54 [64]
pubescens	54 [64]
Pseudaphaenops	58 [68]
rectangularis	35 [45]
Reiseri	27 [37]
Reitteri	28 [38]
robustus	32 [42]
rostratus	47 [57]
Schaumi	42 [52]
Schatzmayri	29 [39]
Schmidti	45 [55]
Scopolii	40 [50]
Scotoplanetes	87 [97]
serianensis	17 [27]
Setniki	62 [72]
Severi	53 [63]
Soósi	46 [56]
spectabilis	53 [63]
Speiseri	20 [30]
Stilleri	52 [62]
Styx	28 [38]
suturalis	66 [76]
Szilagyi	42 [52]
Targionii	70 [80]
tauricus	58 [68]
tergestinus	33 [43]
trebinjensis	66 [76]
trechioides	47 [57]
trescavicensis	20 [30]
Treulandi	57 [67]
turcicus	17 [27]
Typhlotrechus	31 [41]
velebiticus	31 [41]
venetianus	72 [82]
vexator	36 [46]
vicentinus	71 [81]
vranensis	27 [37]
Weberi	38 [48]
Weingärtneri	42 [52]
Winneguthi	22 [32]

Inhalt.

	Seite	
Vorbemerkungen	1	[11]
Klassifikation	2	[12]
Die wichtigsten morphologischen Merkmale und ihr mutmaßlicher Wert für die Stammesgeschichte der blinden Trechen	4	[14]
Diagnosen neuer Trechusformen. Verfaßt von Regierungsrat L. GANGLBAUER †	11	[21]
Übersicht der Untergattungen	12	[22]
1. Untergattung *Duvalius* Delarouzée	13	[23]
2. » *Neoduvalius* J. Müller	26	[36]
3. » *Typhlotrechus* J. Müller	31	[41]
4. » *Anophthalmus* Sturm	37	[47]
5. » *Aphaenopsis* J. Müller	55	[65]
6. » *Aphaenopidius* J. Müller	56	[66]
7. » *Pseudaphaenops* Winkler	58	[68]
8. » *Aphaenops* Bonvouloir	59	[69]
9. » *Neotrechus* J. Müller	59	[69]
10. » *Orotrechus* J. Müller	68	[78]
Species incertae sedis	76	[86]
Anhang: Bestimmungstabelle sämtlicher Arten ohne Rücksicht auf das natürliche System	80	[90]
Nachträge. (Enthaltend die Beschreibungen der während der Drucklegung der vorliegenden Arbeit publizierten neuen Formen nebst anderen Bemerkungen)	86	[96]
Übersicht der Fundorte der blinden Trechen nach geographischen Gesichtspunkten geordnet	91	[101]
Katalog. (Systematische Übersicht der hier behandelten Arten, Rassen und Synonyme mit sämtlichen Literaturzitaten)	99	[109]
Alphabetisches Register	112	[122]

DIE
GRÜNE PFLANZENWELT DER HÖHLEN
I. TEIL

MATERIALIEN ZUR SYSTEMATIK, MORPHOLOGIE UND PHYSIOLOGIE DER GRÜNEN HÖHLENVEGETATION UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG IHRES LICHTGENUSSES

(FORTSETZUNG)

VON

DR. LUDWIG LÄMMERMAYR

K. K. PROFESSOR AM REALGYMNASIUM IN GRAZ

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 19. JUNI 1913

Im nachfolgenden finden — als Fortsetzung der im 87. Bande der Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, 1911 bisher publizierten Forschungsresultate — die Ergebnisse der botanischen Durchforschung weiterer 22 Höhlen, welche der Verfasser im Sommer 1912 dank einer Subvention des k. k. Ministeriums für Kultus und Unterricht sowie des Deutschen und Österreichischen Alpenvereines durchführen konnte, ihre Darstellung.

XXVII.[1] Arzberg-Höhle bei Wildalpe (Steiermark).

Unfern des salzaabwärts gelegenen Steinbruchwirtes bei Wildalpe (609 *m*) führt ein Steig zu einer in den Wänden des Arzberges (1043 *m*) in zirka 800 *m* Seehöhe gelegenen Höhle. Der Buchenmischwald, den man beim Anstiege durchwandert, weist üppigen Niederwuchs mit zahlreichen subalpinen Elementen auf (*Adenostyles glabra, Veratrum album, Saxifraga rotundifolia, Scolopendrium vulgare*). Der Höhleneingang ist gegen Nordosten gewendet, zirka 2 *m* hoch und 4 *m* breit. Vor demselben siedeln außer den eben angeführten Arten noch in größerer Menge: *Lunaria rediviva, Senecio silvaticus, Lactuca muralis, Mercurialis perennis, Epilobium alpestre, Origanum vulgare, Potentilla caulescens, Cystopteris montana, Phegopteris Robertiana, Fegatella conica* und mehrere *Mnium*-Arten. Die Beleuchtung des

[1] Fortlaufende Nummer (I. Teil I bis XXVI).

Höhleneinganges ist durch die Kronen des Oberholzes sowie den am anderen Flußufer aufragenden überhöhenden Hansenkogel stark beeinträchtigt und zumeist auf diffuses Licht beschränkt. Die Stärke desselben betrug zur Zeit der Begehung (16. VII. 1912, 3^h nachm.) $\frac{1}{7}$ des Gesamtlichtes. Bis zu 8 *m* Tiefe passiert man eine im Halbdunkel liegende, mit grobem Schutt bedeckte, völlig vegetationslose Zone. Es folgt ein weiter, hallenartiger Raum, der von zwei nordwestlich in beträchtlicher Höhe über der Höhlensohle liegenden »Fenstern« erhellt wird. Trotz der Lichtstärke von $L = \frac{1}{25}$ überziehen hier nur Kryptogamen die am Boden liegenden groben Gesteinstrümmer. Von Moosen sammelte ich hier: *Neckera complanata* Hübn., *Hypnum Sommerfeltii* Myr., *Fissidens decipiens* De Not, *Mnium stellare* Hedw., sämtlich steril, ferner einen nicht näher bestimmbaren soredialen Flechtenthallus; von Algen fehlte nicht die an solchen Stellen typische Cyanophyceen-Vegetation. Die erwähnte Halle erstreckt sich bei einer Breite von 20 *m* fast 23 *m* einwärts. Von ihrem Hintergrunde führt eine Stiege in eine zirka 10 *m* höher gelegene Etage empor, wo sich die erwähnten zwei Fenster befinden. Auch diese Öffnungen sind bis zu einer Tiefe von mehreren Metern einwärts mit Vertretern der Moose und Algen (der erwähnten Arten) bewachsen. Von hier aus betritt man einen völlig dunklen, vegetationslosen, stark ansteigenden Gang. Durch Tropfwasser aufgeweichter, roter Höhlenlehm erschwert das Fortkommen ungemein. Eine Abzweigung führt zu einem dritten, noch höher gelegenen Fenster von dem aus sich ein prächtiger Blick auf den Salzafluß und Wildalpen erschließt. Hier siedeln, im Rahmen der Öffnung, unterhalb welcher die Felswand steil zur Tiefe abschießt, einige Exemplare von *Moehringia muscosa, Asplenium trichomanes, Neckera complanata* bei $L = \frac{1}{4}$.

XXVIII. Höhle im Großen Thorstein bei Wildalpe.

Diese (auch in der Spezialkarte eingezeichnete) Höhle erreicht man, wenn man von der nach Groß-Reifling führenden Straße etwa fünf Minuten unterhalb des Steinbruchwirtes abzweigt und einen in Serpentinen durch Buchenwald aufwärts führenden Pfad verfolgt. Man gelangt zunächst zur Almhütte »Schifter«. Von hier ist die — schon im Aufstiege sichtbar gewesene — Höhle in 30 Minuten zu erreichen. Es ist eine gewaltige Nische oder Grotte in den Wänden des Thorstein, zirka 1100 *m* hoch gelegen. Das Portal öffnet sich nach Norden, ist 15 *m* hoch und ebenso breit. Die Tiefenerstreckung beträgt 30 *m*. Vor der Höhle wuchert eine artenreiche Vegetation, von der nur: *Arabis alpina, Adenostyles glabra, Aconitum Napellus, Pimpinella magna, Galeobdolon luteum, Geranium Robertianum, Chaerophyllum Cicutaria, Viola biflora, Saxifraga rotundifolia, Urtica dioica, Campanula pusilla, Cystopteris fragilis* besonders hervorgehoben seien. Die Portalfelsen sind bedeckt mit *Calloplaca elegans* und *Verrucaria calciseda*. Lichtstärke am Eingange $= \frac{1}{3}$ (rein diffuses Licht, 17. VII. 1912, 9^h vorm). Die Höhle ist bis zum Ende so reichlich mit Pflanzen bewachsen, daß nur an den Rändern ab und zu der fein kalk-sandige Boden, aus dem zerstreute Blöcke hervorragen, sichtbar wird. Bis zu 8 *m* Tiefe, an der rechten Eingangsseite, findet sich häufig auf von Tropfwasser benetzten Steinen: *Verrucaria hydrela* und *Verrucaria calciseda*, bei $L = \frac{1}{8}$. Der Felswand entlang trifft man rechts bis zu 20 *m* Tiefe Moose, wie: *Neckera crispa* Hedw., *Hymenostylium curvirostre* Lindb., *Mnium serratum* Brid. sowie *Fegatella conica* $\left(L = \frac{1}{12}\right)$. Im mittleren Teile der Höhle bedecken zahlreiche Blütenpflanzen fast lückenlos den Boden, unter anderem bis zum Höhlenende vordringend: *Adenostyles glabra* (Blätter fast 2 *dm* breit), *Viola biflora, Geranium Robertianum, Galeobdolon luteum, Arabis alpina, Glechoma hederacea, Urtica dioica, Chrysosplenium alternifolium* (sämtliche blühend), ferner *Cystopteris fragilis, Asplenium trichomanes, Fegatella conica.*

Lichtstärke in 30 *m* Tiefe $= \frac{1}{34}$. Der Höhlenhintergrund wird von einer unersteiglichen, vielfach durch Wasser glatt geschliffenen und mit Algenstreifen gezeichneten Wand gebildet, die von zahlreichen Rissen nach Art der Karrenfelder durchzogen ist. Aus diesen lugen allenthalben, selbst noch in beträchtlicher Höhe (10 *m*) Blätter von *Adenostyles glabra* und *Viola biflora*, die Wedel von *Cystopteris fragilis*, *Asplenium trichomanes*, von Moosen: *Amblystegium filicinum* hervor. Ungefähr in der Mitte der Höhle (14 *m*, $L = \frac{1}{20}$) wächst am Boden reichlich *Mnium rostratum* Schwägr. sowie *Timmia bavarica*. 12 *m* vom Eingang zweigt links ein niedriger Gang, den man nur gebückt durchschreiten kann, ab. Er führt nach etwa 15 *m* zu einem zweiten, kleineren Portale (NO), welches bis zu einer Tiefe von 3 *m* mit *Adenostyles glabra, Glechoma hederacea, Cystopteris fragilis* bewachsen ist. Wo der erwähnte Gang von der Höhle abzweigt, wächst in größerer Menge am Boden: *Glechoma hederacea, Cystopteris fragilis, Fegatella conica, Hypnum palustre* Hedw. (fruktifizierend), bei $L = \frac{1}{14}$.

Zu den hier vorgefundenen Moosen sei bemerkt, daß *Hypnum palustre* von der Ebene bis in die Alpen geht und meist reichlich fruktifiziert, *Mnium rostratum* ist Kosmopolit, *Neckera crispa* geht bis 1400 *m*, ist aber in den Alpen selten und nur steril; von *Hymenostylium curvirostre* wurde eine var. γ von Leiner 1858 am Grunde des Bodensees entdeckt.

XXIX. Eishöhle am Beilstein bei Wildalpe.

Vom »Schifter« in westlicher Richtung ansteigend, gelangt man zum »Riedelbauer«, von hier auf jenen Rücken, der den Thorstein mit dem Beilstein verbindet und eine durchschnittliche Höhe von 1300 *m* hat. Zuletzt wendet man sich oberhalb der »Annerlbauernalm« nördlich und steht ganz unvermutet vor dem, ohne ortskundige Führung kaum zu findenden Einstieg in das Eisloch (zirka 1300 *m* Höhe). Die Wanderung auf dem Kamme ist ganz eigenartig dadurch, daß die Gegend jenen Karstcharakter trägt, den man etwa zwischen Adelsberg und Zirknitz oder am Wege zur Crna jama vorfindet. Karenfelder wechseln mit Dolinen und Erdspalten. Tiefer gelegene Mulden zeigen Moorcharakter. Rechts und links vom Höhleneinstieg erheben sich junge Fichten. Von einer verfallenen Holzknechthütte, die bei Kraus (Die eherne Mark) angegeben ist, war keine Spur mehr zu sehen. Der Einstieg liegt rein südlich. Die Vegetation vor demselben setzt sich zusammen aus: *Fagus silvatica, Sambucus nigra, Acer Pseudoplatanus, Sambucus racemosa, Juniperus communis, Vaccinium Myrtillus, Vaccinium Vitis Idaea, Senecio silvaticus, Rosa alpina, Saxifraga rotundifolia, Digitalis ambigua, Daphne Mezereum Ajuga reptans, Asplenium Ruta muraria, Asplenium trichomanes, Asplenium viride, Phegopteris Robertiana, Cystopteris fragilis, Athyrium Filix femina, Marchantia polymorpha* (reichlich Antheridien und Archegonien tragend), *Fegatella conica* und Moosen. Temperatur in der Sonne + 22° C (17. VII. 1912 2^h nachm.). Die Beleuchtung der Einstiegstelle wird durch Hollunderbüsche und andere Sträucher stark herabgemindert und betrug $L = \frac{1}{5}$ (entsprechend einer absoluten Intensität von 0·28). Den Einstieg ermöglichten in primitivster Weise zwei nebeneinander gelegte, mit Kerben versehene halbvermorschte Baumstämme. Die flache Sohle des Eisloches liegt etwa 20 *m* unter der Oberfläche. Am Beginne der »Stiege«, in 1 *m* Tiefe, herrschte eine (Schatten-)Temperatur von + 8° C, am Ende der Stiege (in 10 *m* Tiefe), von + 1° C. Von hier senkt sich ein Schuttkegel weitere 10 *m* zur Sohle der Höhle. Die Seiten des Erdspaltes (zu beiden Seiten der Stiege) sind mit *Chrysosplenium alternifolium, Glechoma hederacea* und *Marchantia polymorpha* in den obersten Teilen bewachsen, während weiter abwärts nur Moose auftreten, so: *Hypnum molluscum* Hedw., *Brachythecium rivulare* Br. eur., *Eurynchium crassinervium* Br. eur., *Eurynchium piliferum* Br. eur., *Fegatella conica, Marchantia polymorpha* (bis zu 6 *m* Tiefe). Am Ende der Stiege (10 *m*

Tiefe) sinkt die Lichtstärke auf $\frac{1}{27}$, entsprechend einer absoluten Intensität von 0·051. Der Schuttkegel, der von hier abwärts zieht, ist zum großen Teil mit Schnee- und Eismassen bedeckt, auf denen vielfach große Erdballen samt den in ihnen wurzelnden Pflanzen auflagern, die durch einen zweiten, seitlich und höher gelegenen Schlund herabgerissen wurden. Unter anderem wachsen in diesen, blankem Eise aufliegenden Erdballen Moose, wie: *Amblystegium Sprucei* Br. eur. und *Webera cruda* Bruch. Vielfach sind sogar die Wurzeln und unteren Stengelpartien dieser Pflanzen von kompaktem Eise umschlossen, während die Stengelspitzen und obersten Stengelblätter aus demselben unversehrt und frisch grünend hervorragen. Die Beleuchtungsstärke ist hier zufolge der Lichtzufuhr (zeitweise sogar direktes Sonnenlicht) auch durch die erwähnte zweite Öffnung größer als am Ende der Stiege und steigt (in 18 *m* Tiefe) bis auf $\frac{1}{17}$, entsprechend einer absoluten Intensität von 0·081). Auf Felsen, die dem Eise des Schuttkegels entragen, wachsen: *Amblystegium Sprucei* Br. eur., *Orthothecium rufescens, Orthothecium intricatum* Br. eur., *Eurynchium piliferum* Br. eur. Auf hereingebrachtem Holz siedeln: *Webera cruda* Bruch., *Amblystegium Sprucei, Orthothecium intricatum.* Links an der Seitenwand ist der Fels mit dichten, mehrere Quadratdezimeter bedeckenden Fellen von *Amblystegium Sprucei* überzogen. Unmittelbar daneben war eine große, über 1 m^2 messende Eisplatte an die Wand gelehnt. Temperatur + 1° C. Felsen und Seitenwände zeigten den in Höhlen allerorts anzutreffenden graugrünen Algenüberzug (Cyanophyceen). Die Sohle der Höhle nimmt ein Eissee ein, den ich in horizontaler Richtung noch zirka 25 *m* weit verfolgte. Aus demselben erheben sich stellenweise prächtige Eisstalagmiten. Von der Decke hängen Eisstalaktiten herunter. (Abbildung in Kraus: Höhlenkunde). Bis hierher reicht schwaches Tageslicht. Im Hintergrunde zeigten sich bei Fackelschein mehrere, den weiteren Verlauf der Höhle andeutende Gänge, die aber völlig vegetationslos waren.

Das vorgefundene *Eurynchium piliferum* ist im allgemeinen über 1000 *m* Seehöhe selten anzutreffen. Als höchste Standorte steriler Individuen wurden bisher in Steiermark beobachtet: Kaiserau 1500 *m*, Turrach 1600 *m*, Oberwölz 1750 *m*.

XXX. Hohlenstein-Höhle bei Maria-Zell.

Am Wege zur Bürgeralpe (1267 *m*) bei Maria-Zell liegt in 913 *m* Seehöhe der »Hohlenstein«, eine mit zwei Portalen nach Norden sich öffnende Höhle. Die Vegetation vor beiden Eingängen besteht aus: *Picea excelsa, Acer Pseudoplatanus, Ulmus montana, Berberis vulgaris, Sambucus nigra, Urtica dioica, Campanula rotundifolia, Aegopodium Podagraria, Chaerophyllum Cicutaria, Adenostyles glabra, Taraxacum officinale, Senecio silvaticus, Mercurialis perennis, Aquilegia vulgaris, Aconitum Napellus, Galium silvaticum, Lactuca muralis, Paris quadrifolia, Adoxa Moschatellina, Saxifraga rotundifolia, Asperula odorata, Galeobdolon luteum, Phyteuma spicatum, Geranium Robertianum, Asarum europaeum, Sorbus Aucuparia, Oxalis Acetosella, Primula elatior, Aspidium filix mas, Phegopteris Robertiana, Cystopteris fragilis, Asplenium trichomanes, Fegatella conica* und zahlreichen Moosen, darunter *Homalothecium sericeum* Br. eur. und *Eurynchium praelongum* Br. eur. Das linke, 5 *m* breite und 6 *m* hohe Felsenportal liegt um zirka 2 *m* höher als der rechte Eingang und wird von einer Ulme, Fichten und Berberitzen stark beschattet. ($L = \frac{1}{6}$, 19. VII. 1912, 3^h nachm.). In dasselbe ist eine Art Terrasse eingebaut, der Boden planiert und mit Bänken versehen. An den Felsen unterhalb dieser Öffnung wachsen: *Lactura muralis, Urtica dioica* und *Urtica urens, Sambucus nigra, Cystopteris fragilis* und *Asplenium trichomanes.* Der Zugang zur Höhle wird durch das rechte, 4 *m* breite und ebenso hohe Portal vermittelt. Unmittelbar in demselben wachsen: *Mercurialis perennis* (fruchtend), *Aegopodium Podagraria, Chaerophyllum Cicutaria, Senecio silvaticus, Aquilegia vulgaris, Urtica urens, Phegopteris Robertiana, Cystopteris fragilis,*

bei $L = \frac{1}{8}$. Bis 2 *m* einwärts gehen: *Senecio silvaticus, Mercurialis perennis, Chaerophyllum Cicutaria, Asplenium trichomanes, Eurynchium praelongum* und *Neckera complanata* $\left(L = \frac{1}{18}\right)$. Bis 5 *m* dringen ein: *Asplenium trichomanes* und *Cystopteris fragilis* (Felsen, links, $L = \frac{1}{30}$). Bis zum Hintergrunde der Höhle sind es vom rechten Portale 13, vom linken 8 *m*. Die Breite der Höhle beträgt 36 *m* (von der linken Seitenwand bis zu einer Stiege (rechts), die in eine höhere, dunkle Etage emporführt. Innerhalb der linken Portalöffnung wachsen bis zu 2 *m* Tiefe: *Geranium Robertianum* (blühend), *Berberis vulgaris, Sorbus Aucuparia* (in 3 *m* Höhe am Felsen), *Asplenium trichomanes, Homalothecium sericeum* Br. eur. *Gymnostomum calcareum* N. u. H., *Haplozia atrovirens* $\left(L = \frac{1}{12}\right)$. In 5 *m* Tiefe trifft man am Boden: *Geranium Robertianum, Urtica urens,* eine Keimpflanze von *Lactuca muralis, Fegatella conica, Eurynchium praelongum* $\left(L = \frac{1}{20}\right)$, an der Hinterwand (8 *m* Tiefe): *Plagiochila interrupta* und *Gymnostomum calcareum, Fegatella conica* sowie verkümmerte Exemplare von *Asplenium trichomanes* $\left(L = \frac{1}{120}\right)$. Der Boden des übrigen Höhleninnern ist völlig vegetationslos, obwohl humusreich und mäßig erhellt. Der Grund dürfte im häufigen Besuche dieser Höhle liegen, von dem der überall zertretene, teilweise festgestampfte Boden zeugt.

XXXI. Geldloch im Ötscher.

Am Fuße des nach Süd-Südost in fast senkrechten Wänden abfallenden Ötscherkammes hat sich eine Schutthalde von etwa 10° Neigung gebildet und da, wo Felswand und Halde ihre Grenzlinie ziehen, liegt in 140 *m* Seehöhe die Seelucken oder das »Geldloch«.[1] Man erreicht die Höhle am leichtesten vom »Spielbichler« (925 *m*) aus, durch schönen Buchenwald ansteigend, der mit zunehmender Erhebung niedrige, an das Krummholz gemahnende Wuchsformen annimmt. Das Portal ist gegen Süden gerichtet und von gewaltigen Dimensionen. Die Außenvegetation weist charakteristische Elemente der alpinen und subalpinen Felsen- und Geröllflora auf, darunter: *Ranunculus narcissiflorus, Polygonum viriparum, Achillea atrata, Achillea Clavenae, Primula Auricula, Viola biflora, Meum athamanticum, Adenostyles glabra, Saxifraga rotundifolia, Veratrum album, Linum alpinum, Centaurea montana, Globularia cordifolia, Ranunculus montanus, Arabis alpina,* aber auch Bewohner tieferer Lagen, wie: *Phyteuma orbiculare, Galeobdolon luteum, Urtica dioica,* ferner *Cystopteris alpina, Asplenium viride, Calloplaca elegans, Homalothecium sericeum, Eucalypta vulgaris* Hoffm. (fertil), *Orthotrichum cupulatum* Hoffm., *Grimmia conferta* Funcke, *Pseudoleskea catenulata* Br. eur. Die Temperatur betrug — außen — im Schatten + 11° C (bewölkter Tag, 20. VII. 1912, 4^h nachm.). An einer anderen, durch Felsblöcke vor dem aus dem Höhlentor heraufstreichenden, kalten Winde mehr geschützten Stelle wurden + 14° C. abgelesen. Unmittelbar im Eingange sinkt die Temperatur auf + 9° C. Die Lichtstärke betrug hier $L = \frac{1}{2}$ (entsprechend einer absoluten Intensität von 0·51). Ein Schuttkegel von 35° Neigung, in den oberen Teilen mit Schnee bedeckt, zieht zur Tiefe, wo sich, 20 *m* unter dem Niveau der Mündung, ein Raum von 36 *m* Länge und 24 *m* Breite befindet (6 *m* hoch), der mit ganz oder teilweise überfrorenem Wasser bedeckt ist. Der Pflanzenwuchs beschränkt sich zumeist auf die dem Schuttkegel auflagernden, gewaltigen Felsblöcke — und entgeht daher, trotz des zahlreichen Besuches der Höhle — der Vernichtung. Bis zu 7 *m* einwärts wachsen (Felsen, rechts): *Endocarpon miniatum* var. *compactum, Eurynchium crassinervium* Br. eur.,

[1] Fugger, Eishöhlen und Windröhren, 24. Jahresbericht der k. k. Oberrealschule in Salzburg, 1891.

Tortula aciphylla Limpr., *Pseudoleskea atrovirens* Br. eur. (Temperatur + 5° C, $L = \frac{1}{3}$ (absolute Intensität = 0·34). 4 *m* einwärts (links) wächst noch *Cystopteris alpina*. Auch auf einer natürlichen Felsenbrücke, unterhalb der Portalwölbung, siedelt in dieser Tiefe der Farn in großer Menge. In 15 *m* Tiefe wachsen: *Timmia bavarica* Host., *Orthothecium rufescens* Br. eur., *Eurynchium praelongum* Br. eur., *Plagiothecium Müllerianum* Br. eur. (Temperatur + 2° C, $L = \frac{1}{25}$ (absolute Intensität = 0·04). In 30 *m* Tiefe fand ich: *Plagiothecium Müllerianum, Timmia bavarica, Amblystegium Sprucei* Br. eur. (Temperatur + 2° C, $L = \frac{1}{180}$, absolute Intensität = 0·0056). In 37 *m* Tiefe, auf Felsen, links: *Timmia bavarica, Eurynchium praelongum*. In 45 *m* Tiefe: *Eurynchium praelongum*. In 52 *m* Tiefe ebendasselbe Moos. In 60 *m* Tiefe: *Mnium stellare* Hedw. (Temperatur + 2° C, $L = \frac{1}{350}$, absolute Intensität = 0·0029). In 75 *m* Tiefe: *Plagiothecium Müllerianum*. In 90 *m* Tiefe: *Eurynchium praelongum*. (Temperatur + 2° C, $L = \frac{1}{560}$, absolute Intensität = 0·0018). In 98 *m* Tiefe, richtiger gesagt, Längenerstreckung vom Eingange, endet der Schuttkegel und beginnt der mit blankem Eise bedeckte Höhlenboden, beziehungsweise Eissee. Im Hintergrunde erklimmt man über eine Eiswand eine höhere Etage. Das Licht reicht wenig über das Ende des Schuttkegels. In der unmittelbaren Nähe des Eises sinkt die Temperatur auf + 1° C.

Charakteristisch für die Innenvegetation ist das gänzliche Fehlen der Blütenpflanzen. M. Heeg sammelte »am Eingange zu den Eishöhlen des Ötschers« auch *Reboulia hemisphaerica* (Heeg, Die Lebermoose Niederösterreichs, Berichte der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, 1893).

Nach Dr. A. Schmiedl war am 8. IX. 1855, 2^h nachm. die Temperatur im Eingange + 9° C, im Eisdom 2·1° C. Zu den vorgefundenen Moosen ist zu bemerken: *Orthotrichum cupulatum* ist in der Alpenregion spärlich und kümmerlich entwickelt (Steiermark bis 1200, Tatra bis 1900 *m*). *Eurynchium crassinervum* ist ein nicht sehr häufiger Bewohner der schattigen, feuchten, unteren Bergregion (Steiermark 200 bis 900 *m*). Von *Pseudoleskea atrovirens* wurde eine var. β von Schwägrichen auf Steinen zwischen Eis an der Salmshöhe am Glockner entdeckt. *Amblystegium Sprucei* wurde von Weber in sterilen Exemplaren in der Baumannshöhle im Harz gesammelt sowie im Allgäu beim Gletscher der Mädelegabel in 2250 *m* Höhe gefunden. *Eurynchium praelongum* überschreitet selten 530 *m* (Tauern bis 1800 *m* gefunden). *Mnium stellare* ist über 1400 *m* selten und meist steril.

XXXII. Herdengelhöhle bei Lunz (Niederösterreich).

Auf der Straße von Lunz gegen Kasten wendet man sich beim Bauernhause »Postlehen« rechts aufwärts und kommt nach einer Stunde zum »Herdengelbauer«, in dessen Nähe in zirka 750 *m* Seehöhe die Höhle liegt. Das Portal ist nach Norden gewendet, 9 *m* breit, 1·7 *m* hoch. Außenvegetation: *Picea excelsa, Fagus silvatica, Acer Pseudoplatanus, Sorbus Aucuparia, Senecio silvaticus, Geranium Robertianum, Saxifraga rotundifolia, Urtica dioica, Oxalis Acetosella, Glechoma hederacea, Chaerophyllum Cicutaria, Adenostyles glabra, Paris quadrifolia, Ranunculus montanus, Sanicula europaea, Anemone trifolia, Rubus Idaeus, Campanula rotundifolia, Aspidium Filix mas, Mnium undulatum* Hedw., *Brachythecium rivulare* Br. eur., *Thamnium alopecurum* Br. eur., *Neckera complanata* Hübn., *Mnium stellare* Hedw., *Plagiochila interrupta* Dum., *Fegatella conica*. An der Felswand des Portales siedeln: *Moehringia muscosa, Campanula rotundifolia, Adenostyles glabra, Rubus Idaeus, Asplenium trichomanes, Gymnostomum calcareum* N. u. H. ($L = \frac{1}{8}$, 21. XII. 1912, 4^h nachm. stark bewölkt). Unmittelbar

im Eingang wuchsen: *Senecio silvaticus, Saxifraga rotundifolia* (blühend), auf einem Felsblocke, 2 *m* einwärts: *Adenostyles glabra, Glechoma hederacea, Geranium Robertianum, Urtica dioica, Cystopteris fragilis, Gymnostomum calcareum* N. u. H., *Neckera complanata* Hübn., *Thamnium alopecurum* Br. eur. $\left(L = \frac{1}{14}\right)$. In 4 *m* Tiefe, rechts, an der Felswand: *Brachythecium rivulare* Br. eur. $\left(L = \frac{1}{16}\right)$, in 5 *m* Tiefe am Boden: *Glechoma hederacea, Senecio silvaticus, Cystopteris fragilis* (auf Steinen), nebst *Asplenium trichomanes, Brachythecium rivulare, Eurynchium praelongum, Mnium stellare, Fegatella conica, Plagiochila interrupta* Dum. $\left(L = \frac{1}{18}\right)$, 8 *m* einwärts traf ich (Felsen, links): *Mnium stellare, Plagiochila interrupta, Fegatella conica* $\left(L = \frac{1}{50}\right)$ sowie eine Keimpflanze von *Fagus silvatica* mit zwei ziemlich kümmerlich entwickelten Keimblättern. (Nach Wiesner gedeiht *Fagus silvatica* als Unterholz noch bei $\frac{1}{58}$). In 9 *m* Tiefe wächst auf Steinen noch *Thamnium alopecurum* Br. eur. bei $L = \frac{1}{80}$. Der Boden ist erdig, teilweise von Steinen bedeckt. Stellenweise ist Tropfwasser häufig. Dort siedelt unter anderem das erwähnte *Brachythecium rivulare.* In 9 *m* Tiefe senkt sich die Höhlendecke auf fast 1 *m* herab, erhöht sich aber bald wieder. Von 9 *m* an ist die Höhle, von Cyanophyceen-Krusten abgesehen, vegetationsleer; erstreckt sich aber noch zirka 45 *m* in nordöstlicher Richtung, in welcher Tiefe sich ein hochgelegenes Fenster befindet. Hier tritt auf Steinen noch immer Algenanflug auf. Links führt ein enger, ganz finsterer Gang weiter ins Berginnere. Die Höhle wird ziemlich häufig begangen.

XXXIII. Nixgrotte bei Losenstein (Oberösterreich).

Am Abhange des Reidlerkogels (westlich von Losenstein) liegt in zirka 800 *m* Höhe eine geräumige Höhle mit einem nach Süden gerichteten, 10 *m* breiten, 5 *m* hohen Portale. Tiefenerstreckung zirka 43 *m*. Unmittelbare Außenvegetation: *Fraxinus excelsior, Lappa minor, Urtica dioica, Capsella bursa Pastoris, Atriplex patulum, Buphthalmum salicifolium, Clematis Vitalba, Agrimonia Eupatoria Cynanchum Vincetoxicum, Petasites albus, Rumex Acetosella, Stellaria media, Potentilla caulescens.* Etwas unterhalb der Höhle trifft man im Buchenwalde noch häufig *Daphne Laureola.* Die Lichtstärke am Portale betrug $L = \frac{1}{3 \cdot 2}$. Bis zu 6 *m* einwärts trifft man am Boden hauptsächlich *Urtica dioica, Stellaria media, Petasites albus;* auf einem Felsblock, nahe der linken Seitenwand (in 5 *m* Tiefe) wächst: *Lactura muralis* (blühend), eine *Collema*-Spezies, von Tropfwasser benetzt, *Plagiothecium pulchellum* Br. eur. $\left(L = \frac{1}{8 \cdot 1}\right)$. Dasselbe Moos wächst auch an der linken Seitenwand in 4 *m* Tiefe ziemlich reichlich, dortselbst auch *Galium aparine, Asplenium trichomanes, Asplenium Ruta muraria.* Die *Collema*-Spezies ist auch in 2 *m* Höhe an den Felsen links zu sehen. Rechts am Felsen, in 4 *m* Tiefe, wachsen: *Actaea spicata, Asplenium trichomanes, Asplenium Ruta muraria, Gymnostomum calcareum* N. u. H., *Tortula muralis* Hedw. (mit Kapseln, $L = \frac{1}{6}$). Bis zu 15 *m* Tiefe geht am Boden *Lactuca muralis* (bis 11 *m* blühend), *Fegatella conica,* an den Felsen rechts: *Asplenium trichomanes, Gymnostomum calcareum* N. u. H. $\left(L = \frac{1}{50}\right)$. Von da an trifft man an den Wänden ab und zu sorediale Flechtenanflüge und Cyanophyceen in Tiefen von 18 *m*, 21 *m* $\left(L = \frac{1}{80}\right)$, 43 *m*. Der Boden ist steinig und steigt schwach an. Die

Temperatur wurde am Höhleneingange mit + 18° C, in 22 *m* und 43 *m* Tiefe mit je + 12° C gemessen. Die Höhle verengt sich sodann zu einem ostwärts ziehenden, dunklen Gange. *Tortula muralis* ist Kosmopolit. Angerer gibt für den Lichtgenuß dieses Mooses an: $L = 1 - \frac{1}{3}$ (März bis Mai).

XXXIV: Dachstein-Riesen-Eishöhle bei Obertraun.

Die im Juli 1910 durch G. Lahner, J. Pollak und J. Kling gemachte Entdeckung dieser größten Eishöhle Europas hat in den weitesten Kreisen berechtigtes Aufsehen hervorgerufen. Obwohl in dem vom Vereine für Höhlenkunde in Österreich herausgegebenen Werke: »Die Höhlen im Dachstein, Graz, 1913, die Flora dieser Höhle durch Herrn Landesgerichtsrat G. Gaunersdorfer in Linz bereits eine vorläufige Bearbeitung gefunden hat, ergab meine Begehung der Höhle am 4. VIII. 1912 eine nicht unwesentliche Ergänzung, beziehungsweise Berichtigung der veröffentlichten Beobachtungen. Man erreicht die Höhle von Obertraun aus über die Schönbergalpe, woselbst seit dem Sommer 1912 ein einfaches Unterkunftshaus, das auch Forschern einen Stützpunkt zu wissenschaftlichen Arbeiten abgeben soll, sich im Baue befindet. Oberhalb dieser Alpe liegt, in zirka 1560 *m* Höhe der Eingang zur Höhle, der nach Nordwesten gerichtet ist. Die Flora vor derselben ist ungemein üppig und artenreich. Gaunersdorfer zählt auf: *Urtica dioica, Arabis alpina, Valeriana saxatilis, Rhododendron hirsutum, Adenostyles glabra, Myrrhis odorata, Viola biflora, Campanula rotundifolia, Saxifraga rotundifolia, Achillea moschata, Carduus defloratus, Campanula pusilla, Dianthus glacialis, Silene Pumilio, Plagiochila interrupta, Satureja alpina, Gentiana asclepiadea, Gentiana ciliata, Lysimachia Nummularia, Adoxa Moschatellina, Potentilla repens, Alchemilla fissa, Mercurialis perennis, Stachys recta, Daphne Mezereum, Sambucus racemosus, Erica carnea, Polygonatum officinale,* an Flechten (nahe dem Hauptportale): *Aspicilia tenebrosa, Biatoria aurantiaca, Polyblastia intercedens („Calcarea"), Lecanora murorum.* Hierzu möchte ich bemerken, daß die Angabe bezüglich des Vorkommens von *Achillea moschata* auf einer Verwechslung mit der sehr ähnlichen *Achillea atrata,* jene von *Silene Pumilio* mit *Silene acaulis* beruhen dürfte. Auch *Myrrhis odorata* und *Dianthus glacialis* habe ich nicht gefunden und kommen alle diese Arten nach Fritsch, Exkursionsflora für Österreich, 1897, in Oberösterreich überhaupt nicht vor. Außer den übrigen aufgezählten Arten beobachtete ich noch: *Saxifraga stellaris, Polygonum viriparum, Rumex alpinus, Epilobium montanum, Primula Auricula, Myosotis alpina, Chrysoplenium alternifolium, Galeobdolon luteum, Geranium Robertianum, Parnassia palustris, Rhododendron Chamaecystus, Aquilegia vulgaris, Heliosperma quadrifidum, Pinus Pumilio, Ranunculus montanus, Salix glabra, Stellaria nemorum, Phyteuma hemisphaericum, Asplenium trichomanes, Asplenium viride, Cystopteris fragilis, Aspidium Lonchitis, Calloplaca elegans.* Das Portal ist 8 *m* breit, 4 bis 5 *m* hoch. Die Temperatur betrug + 8° C (14. VIII. 1912, 8^h vorm.). Gaunersdorfer fand am 8. X. 1911, 9^h vorm. dieselbe Temperatur. Die Beleuchtungsstärke betrug $\frac{1}{4 \cdot 3}$ der Gesamtintensität. In den Nachmittagsstunden, wo der Eingang auch direktes Sonnenlicht erhält, dürfte sich dieser Wert erheblich vergrößern. Die Flora, welche sich vom Eingange bis zu dem in 9 *m* Tiefe eingebauten, mit einer eisernen Tür versehenen Steinmauerabschlusse vorfindet, ist bei Gaunersdorfer nicht näher erwähnt. Ich fand eine auffällige Verschiedenheit der Vegetation längs der rechten und linken Seitenwand, welche mit Temperaturunterschieden zusammenhängt. Längs der rechten Seitenwand streicht nämlich ein aus der Höhle kommender, eisiger Wind, der die Lufttemperatur daselbst auf + 2° C abkühlt, wogegen die linke Seite eine Temperatur von + 5° C aufweist. Links wachsen bis zu 5·5 *m* einwärts: *Arabis alpina, Chrysosplenium alternifolium, Ranunculus montanus, Viola biflora, Glechoma hederacea, Urtica dioica, Stellaria nemorum, Cystopteris fragilis, Fegatella conica, Timmia bavarica* Host., *Orthothecium intricatium* Br. eur., bei $L = \frac{1}{10}$, die ersten vier genannten blühend; rechts bedecken Boden und Felswand nur Moose, und zwar: *Eurynchium Vaucheri*

Schimpr., *Timmia bavarica, Orthothecium intricatum, Orthothecium rufescens* sowie Algen (Cyanophyceen), $L = \frac{1}{15}$ (7 *m* Tiefe). Hart vor dem Höhleneingange macht *Myosotis alpina* halt. *Rhododendron hirsutum* wächst noch an der rechten Seite des Portales, aber durch einen Felsblock vor der unmittelbaren Einwirkung des kalten Höhlenwindes geschützt. Hinter dem Steinmauerabschlusse sind die Felstrümmer bei einer äußerst schwachen Beleuchtung, nur mit einem Algenanfluge bedeckt. Mag. pharm. E. Ritzberger in Linz bestimmte diese Anflüge als von: *Gloeocapsa violacea, Gloeocapsa ambigua, Gloeocapsa alpina* var. *saxicola* herrührend.

Wenige Schritte westlich des Hauptportales der Eishöhle zieht das sogenannte Eisloch (oder der Eiskeller), eine kurze Sackhöhle mit Eisboden, zur Tiefe. Der Eingang liegt gleichfalls nordwestlich, ist zirka 15 *m* breit und 8 *m* hoch, $L = \frac{1}{5}$. Außenvegetation wie vor dem Hauptportale. Die Innenflora des mäßig steil zur Tiefe ziehenden Eisloches, dessen sandiger Boden durch Tropfwasser dauernd feucht gehalten wird, besteht bis zu 7 *m* Tiefe aus: *Arabis alpina, Urtica dioica, Glechoma hederacea, Cystopteris fragilis*, bei $L = \frac{1}{25}$. Weiter hinab zieht — nach Gaunersdorfer — ein Teppich von Moosen, die er sämtlich ohne Sporogone antraf: *Bryum torquescens, Bryum turbinatum, Bryum atropurpureum, Hypnum incurvatum, Mnium punctatum.* Ich sammelte bis zu 14 *m* Tiefe: *Eurynchium praelongum* Br. eur. *Eucalypta contorta* Lindb., *Mnium serratum* Brid., *Eurynchium crassinervium* Br. eur., *Hypnum molluscum*, bei $L = \frac{1}{70}$. (Nach Gaunersdorfer betrug die Lichtintensität, 10 *m* vom Eingange entfernt, zwischen $^1/_2 10$ und $^3/_4 10^h$ vorm. $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{50}$ und nahm tiefer rapid ab.) Die von Gaunersdorfer für das Eisloch angegebene *Cystopteris montana* konnte ich nicht beobachten; es dürfte (nach der Abbildung zu schließen) eine Verwechslung mit *Cystopteris fragilis* oder *Cystopteris regia* vorliegen. Außerdem leben im Eisloch noch Cyanophyceen, aber, wie auch Gaunersdorfer bemerkt, keine Flechten. Die Temperatur am Eingange maß ich mit + 8° C in 14 *m* Tiefe, am Rande des kleinen Eissees, mit + 2·5° C. Die niedrige Temperatur des Eisloches, in welches die Nachmittagssonne direkt hineinscheinen kann, erklärt sich nach Herrn Ing. H. Bock aus seiner Eigenart als »ein Luftsack, der vom Eingang weg nach abwärts hängt«; sie liegt unter dem Jahresmittel, welches der dortigen Gegend und Höhenlage mit + 6° C entspricht.

XXXV. Backofen-Höhle unfern voriger.

Ebenfalls in nahezu gleicher Höhe mit voriger, jedoch 200 *m* rechts von ihr gelegen, liegt eine zweite, kleinere Höhle, der Backofen genannt. Das Portal liegt nach Norden, ist 12 *m* breit und 2·5 *m* hoch. Außenvegetation: *Pinus Pumilio, Salix glabra, Adenostyles glabra, Viola biflora, Ranunculus montanus, Heliosperma quadrifidum, Rhododendron hirsutum, Bellidiastrum Michelii, Dentaria enneaphyllos, Arabis alpina, Saxifraga rotundifolia, Saxifraga stellaris, Cystopteris fragilis, Fegatella conica.* Die Lichtintensität am Eingange betrug $L = \frac{1}{4 \cdot 6}$ (4. VIII. 1912, 2^h nachm.), die Temperatur + 11° C. Bis zu 13 *m* Tiefe breitet sich ein förmlicher kleiner Wald von *Cystopteris fragilis* aus, dessen Wedel aufs schönste euphotometrisch auf Vorderlicht eingestellt sind (die Spreiten stehen vom schrägen Stiel fast unter 90° in eine Vertikalebene eingestellt, wie gekämmt, da). Am Boden ist viel *Fegatella conica* eingemischt. Bis 1·5 *m* wächst *Rhododendron hirsutum, Saxifraga rotundifolia* und *Saxifraga stellaris*, letztere beide blühend, bei $L = \frac{1}{5;8}$. Bis 2 *m* geht *Dentaria enneaphyllos*, blühend, $L = \frac{1}{6 \cdot 5}$, bis 10 *m*

Arabis alpina und *Viola biflora*, beide blühend, $L = \frac{1}{16}$, Temperatur + 7·5° C. Von Moosen wurden bis zu 3 *m* Tiefe gesammelt: *Hypnum molluscum* Hedw. und *Mnium stellare* Hedw., $L = \frac{1}{9}$, bis 6 *m*: *Distichum capillaceum* Br. eur. und *Mnium stellare* Hedw., $L = \frac{1}{11}$, bis 12 *m*: *Hymenostylium curvirostre* Lindb., $L = \frac{1}{40}$. Von hier ab trifft man, bis 38 *m* Tiefe, nur mehr Cyanophyceen auf Steinen. Der Boden ist grobsteinig und steigt mäßig an. Temperatur in 38 *m* Tiefe = 5·5° C. Nach H. Bock verhält sich diese Höhle, in welche nie ein Sonnenstrahl eindringt, wie ein nach aufwärts führender warmer Luftsack und hat eine wesentlich höhere über dem Jahresmittel liegende Temperatur als die übrigen Höhlen des Gebietes (Temperatur + 9° C, Feuchtigkeitsgrad 45%, kein merklicher Luftzug). Sie wurde mit Bezug darauf von den Entdeckern auch »Backofen« genannt. Unter allen von mir bisher begangenen Höhlen weist diese einen hohen Grad von Ursprünglichkeit auf. Es kommt dies auch in der Flora in sehr vollkommener Weise zum Ausdruck. Fehlen doch sowohl vor als in der Höhle die sonst so charakteristischen Ruderalpflanzen völlig.

XXXVI. Koppenbrüller Höhle bei Obertraun.

Diese Höhle liegt traunaufwärts, zirka $^3/_4$ Stunden von Obertraun entfernt, in geringer Höhe über dem Flußbette, in zirka 530 *m* Seehöhe. Der Eingang ist nach Südwesten gerichtet, 22 *m* breit, 7 *m* hoch. Reichlich seine Hälfte wird (rechts) von einem Bachbett eingenommen in dem nach Regengüssen oft urplötzlich gewaltige Wassermassen der Höhle entströmen. Am 5. VIII. 1912 war das Bachbett am Höhleneingange vollkommen trocken; erst weiter abwärts, außerhalb der Höhle, traten ab und zu seichte Tümpel in demselben zutage. Die Außenvegetation setzte sich, auf der Zugangseite (links, vor der im Portal eingebauten Hütte) zusammen aus: *Fagus silvatica, Picea excelsa, Acer Pseudoplatanus, Corylus Avellana, Aruncus silvester, Oxalis Acetosella, Impatiens noli tangere, Campanula rotundifolia, Geranium Robertianum, Arabis arenosa, Aspidium Filix mas, Asplenium trichomanes.* Die Beleuchtungsstärke am Portal betrug $L = \frac{1}{6}$ (4^h nachm., trüber Tag). Rechts hängen von den Portalfelsen die Wedel von *Asplenium trichomanes* und *Asplenium Ruta muraria*, die Blätter von *Valeriana saxatilis* herab. Oberhalb des Portales sind *Corylus Avellana*, eine Weidenart, Gräser und Krustenflechten angesiedelt. Innerhalb der Eingangswölbung ist die Vegetation auf der linken (= Weg) Seite eine sehr spärliche, im Bachbette dagegen, allerdings auf Moose beschränkt, ungleich reicher. In 4 *m* Tiefe, vor der erwähnten Hütte wurden mehrere Keimpflanzen einer *Dicotyledonen*-Spezies (*Carpinus Betulus?*) angetroffen, bei $L = \frac{1}{20}$. 2 *m* einwärts, in den Fugen des aufgemauerten Weges, wachsen bachseitig: *Oxalis Acetosella* und *Geranium Robertianum*, bei $L = \frac{1}{7}$. Nahe der Hütte, in derselben Tiefe findet sich *Glechoma hederacea* und *Impatiens noli tangere.* Hinter der Hütte zieht in 22 m Tiefe links von oben ein gewaltiger Schuttkegel herab, durch den sich der Weg bahnt. Abgesehen von Algenüberzügen ist er vegetationsfrei. Die Lichtstärke ist hier nur mehr $\frac{1}{80}$. Der bis 40 m fast eben verlaufende Boden beginnt dann rasch zu fallen und über ein Gewirr von Blöcken steigt man, von 60 *m* an in schon völliger Finsternis, in die eigentlichen Räume der Höhle, aus der das dumpfe Brausen des Wassers heraufdringt, hinab. An der rechten Seitenwand des Einganges siedeln, wahrscheinlich über dem Höchstwasserstande: *Thamnium alopecurum* Br. eur. und *Mnium orthorhynchium* Br. eur. Dieselben sind aber auch auf Steinen im Bachbette selbst eingangs anzutreffen, außerdem *Brachy-*

thecium rivulare Br. eur. und *Didymodon spadiceus* Mitt., bei $L = \frac{1}{5}$. In 7 *m* Tiefe sammelte ich im Bachbette *Cinclidotus fontinaloides* P. B., bei $L = \frac{1}{12}$, 11 *m* einwärts, dicke Polster bildend, *Gymnostomum calcareum* N. u. H., nebst *Pseudoleskea atrovirens* Br. eur. und einem in Soredien aufgelösten Flechtenthallus, bei $L = \frac{1}{18}$. In 15 *m* Tiefe fanden sich: *Anomodon viticulosus* H. u. T., *Gymnostomum rupestre* Schleich, bei $L = \frac{1}{30}$, in 19 *m* Tiefe: *Plagiochila interrupta, Tortella tortuosa* Limr., *Fissidens decipiens* De Not (fast ganz abgestorben), *Psora lucida*, letztere beide an der rechten Seitenwand, bei $L = \frac{1}{45}$. Von da ab trifft man nur mehr spärlichen Algenanflug. Die Temperatur am Höhleneingange betrug + 15° C, in 19 *m* Tiefe + 13° C. Die linke Seitenwand ist, besonders in der Nähe des Schuttkegels, reich an Sickerwasser. Nach längerem Suchen konnte ich auch an den Felsen des Bachbettes einige Blütenpflanzen, und zwar sterile Gräser, sowie ein Exemplar von *Campanula rotundifolia* (5 *m* einwärts) auffinden.

XXXVII. Der Rabenkeller bei Obertraun.

In den Felsen oberhalb der Hirschau-Alpe öffnet sich eine, von vorgeschobenen Felskulissen gebildete Kluft, die als Rabenkeller oder Rabenloch bezeichnet wird und, steil aufwärtsziehend, nach zirka 38 *m*, in eine kleine Höhle übergeht. Der Eingang zur Kluft ist nach Norden gewendet und in zirka 1100 *m* Höhe gelegen. Die vom Ende der Kluft zu Tal ziehende Schutthalde ist bewachsen mit: *Acer Pseudoplatanus, Rhododendron hirsutum, Rhododendron Chamaecystus, Adenostyles glabra, Rumex scutatus, Campanula pusilla, Erica carnea, Urtica dioica, Bellidiastrum Michelii, Viola biflora, Valeriana saxatilis, Aquilegia vulgaris, Galeobdolon luteum, Satureja alpina, Aspidium rigidum, Asplenium trichomanes, Asplenium viride, Cystopteris fragilis.* Die Breite der Kluft beträgt am Eingange zirka 15 *m*, während die Seitenwände sich bis zu 20 *m* Höhe erheben. Lichtstärke im Eingange $L = \frac{1}{3 \cdot 5}$ (6. VIII. 1912, 8^h vorm.), Hier dominieren: *Adenostyles glabra, Aquilegia vulgaris, Galeobdolon luteum.* Bis 15 *m* einwärts trifft man viel *Bellidiastrum Michelii* (blühend), *Rhododendron hirsutum* und *Rhododendron Chamaecystus* $\left(L = \frac{1}{8}\right)$. Bei 22 *m* Tiefe muß man eine intensive Traufe passieren, die von einem über die Felsen am Ende der Kluft im Bogen herabstürzenden kleinen Wasserfall gebildet wird. Hier wächst zahlreich *Pellia Neesiana* Limpr., *Hypnum commutatum* Hedw., *Hypnum falcatum* Brid., auch *Glechoma hederacea*, bei $L = \frac{1}{11}$, außerhalb der Traufe am Felsen links *Asplenium viride.* Nach Passieren der Traufe trifft man, in 30 *m* Tiefe, wieder *Rhododendron hirsutum, Valeriana saxatilis, Campanula pusilla, Aquilegia vulgaris, Galeobdolon luteum* (junge Exemplare bisweilen mit ganz weißen Blättern), *Geranium Robertianum, Adoxa Moschatellina, Adenostyles glabra, Urtica dioica, Viola biflora, Asplenium trichomanes, Cystopteris fragilis, Eurynchium praelongum* Br. eur., *Pseudoleskea catenulata* Br. eur., *Tortula ruralis* Ehr. $\left(L = \frac{1}{12 \cdot 5}\right)$. In 38 *m* Tiefe schließt sich die Kluft, deren Vegetation bis dahin auch im Genusse des Oberlichtes stand, und beginnt die eigentliche Höhle, deren Eingang 8 *m* breit und 3·5 *m* hoch ist. Lichtstärke hier $= \frac{1}{14}$. In der Mitte des Einganges liegt ein großer Block. Oberhalb desselben kleben in der Portalwölbung Nester des *Tichodroma muraria*, haften Algenüberzüge und sorediale, stark reduzierte Flechtenanflüge. Bis 1·5 *m* einwärts wächst

Geranium Robertianum (blühend), *Urtica dioica, Aquilegia vulgaris, Adoxa Moschatellina* (blühend) auf einem vom Hintergrunde herabziehenden Kegel von Terra rossa $\left(L = \frac{1}{20}\right)$. Bis 6 *m* Tiefe gehen noch *Urtica dioica* und *Geranium Robertianum* (blühend), $L = \frac{1}{55}$, bis 9 *m* Algen. Temperatur in 1·5 *m* Tiefe 11° C, in 6 m Tiefe + 7° C.

XXXVIII. Höhle unterhalb der Aualpe bei Obertraun.

Diese Höhle liegt am Abfall des Schafeck-Kogels gegen Winkl in einer Höhe von zirka 750 *m*. Der Eingang ist 15 *m* breit, 2·5 *m* hoch und nach Norden gerichtet. Tiefenerstreckung 18 *m*. Außenvegetation: *Rhododendron hirsutum, Arabis alpina, Adenostyles glabra, Valeriana saxatilis, Pinguicula alpina, Epilobium montanum, Viola biflora, Campanula rotundifolia, Lactuca muralis, Geranium Robertianum, Urtica dioica, Phegopteris Robertiana, Asplenium viride, Cystopteris fragilis, Fegatella conica.* Der linken Wand zieht bis 8 *m* einwärts eine erhöhte, grasige Terrasse entlang, auf der *Geranium Robertianum, Adenostyles glabra, Lactuca muralis, Campanula rotundifolia, Viola biflora, Rhododendron hirsutum, Phegopteris Robertiana, Cystopteris fragilis, Asplenium viride, Orthothecium rufescens* Br. eur., *Hypnum sulcatum* Schimpr., *Barbula paludosa* Schleich, *Fegatella conica* siedeln. Die Lichtintensität betrug (16. VIII., 3^h nachm.) am Eingange $\frac{1}{5}$, auf der Terrasse in 8 *m* Tiefe $\frac{1}{18}$, die Temperatur eingangs + 15° C. Die Blattstiele von *Viola biflora* auf der Terrasse waren sehr stark positiv heliotropisch gekrümmt, die Blätter deutlich euphotometrisch auf Vorderlicht eingestellt. In der Mitte des Einganges wachsen am Boden: *Geranium Robertianum* (blühend), *Urtica dioica, Lactuca muralis, Arabis alpina* und drangen bis 11 *m* Tiefe vor (*Arabis alpina* bis 8 *m* Tiefe blühend); mit ihnen *Trichodon cylindricus* Schimpr. und *Eurynchium praelongum* Br. eur. Lichtgenuß in 11 *m* Tiefe $= \frac{1}{25}$, Temperatur + 13° C. Von da ab findet man bis zum Höhlenende nur mehr Algen auf der Vorderseite von Steinen, bis zu $L = \frac{1}{150}$. Die Höhle verengt sich hier auf 11 *m* Breite, bei 3 *m* Höhe. Die Höhle wird, wie trockene Buchenblätter bezeugen, im Winter als Vorratskammer für Laubstreu benutzt und, wie mein Führer versicherte, gern von Gemsen aufgesucht, die das Gras der Terrasse abweiden.

XXXIX. Höhle oberhalb der Aualpe bei Obertraun.

Der Eingang zu dieser Höhle liegt südöstlich der Aualpe in den Abhängen des Krippensteines in zirka 1300 *m* Seehöhe, ist nach Osten gerichtet, 15 *m* breit und 5 bis 6 *m* hoch, von *Acer Pseudoplatanus* und *Picea excelsa* stark beschattet. Außenvegetation: *Sambucus nigra, Aconitum Napellus, Veratrum album, Senecio silvaticus, Saxifraga rotundifolia, Galeobdolon luteum, Arabis alpina, Viola biflora, Parnassia palustris, Chrysosplenium alternifolium, Glechoma hederacea, Urtica dioica, Adenostyles glabra, Cystopteris fragilis, Cystopteris montana, Athyrium Filix femina* und zahlreiche Moose. Lichtstärke am Eingang (7. VIII., 11^h vorm.) $= \frac{1}{7}$. Unmittelbar im Eingange wachsen am Boden: *Geranium Robertianum, Urtica dioica, Adenostyles glabra, Viola biflora, Parnassia palustris, Arabis alpina, Cystopteris fragilis.* Dieselben Pflanzen gehen nebst *Saxifraga rotundifolia, Aconitum Napellus, Senecio silvaticus* (mit Ausnahme von *Aconitum* blühend) bis 4 *m* einwärts in dichten Trupps, $L = \frac{1}{16}$. In dieser Tiefe

ergießt sich, rechts und links, von den Seitenwänden und der Decke eine kontinuierliche, starke Traufe. In derselben hängen Strähne von Grünalgen, während am Boden *Brachythecium rivulare* Br. eur. und *Fegatella conica* massenhaft siedelt. Hinter der Traufe zieht quer durch die ganze Breite der Höhle ein dichter Bestand von *Cystopteris montana* mit deutlich euphotometrischen Wedeln, darunter eingemischt: *Glechoma hederacea, Stellaria media, Viola biflora, Trichodon cylindricus, Brachythecium rivulare.* Links steht in 9 *m* Tiefe ein 1·2 *m* hoher *Sambucus nigra* und, von demselben beschattet, wachsen: *Chrysosplenium alternifolium, Glechoma hederacea, Cystopteris montana,* im Schatten letzterer wieder: *Stellaria media, Amblystegium filicinum* De Not, *Brachythecium rivulare, Mnium rostratum* Schw., *Bryum pseudotriquetrum* Schwägr., *Fegatella conica,* bei $L = \frac{1}{30}$. Bis 11 *m* trifft man auf dem mit Steinen spärlich bedeckten Boden: *Viola biflora* und *Glechoma hederacea,* links an der Wand: *Viola biflora, Asplenium viride* und *Cystopteris fragilis,* letzteren mit ungewöhnlich langen Wedeln (Stiel 10 *cm*, Spreite 13 *cm*), sowie *Hymenostylium curvirostre* Lindb. und *Eucalypta contorta* Lindb. Rechts gehen *Viola biflora, Glechoma hederacea, Cystopteris fragilis* bis 15 *m* Tiefe $\left(L = \frac{1}{61}\right)$. Nahe der linken Seitenwand führt in dieser Tiefe ein schmaler Spalt aufwärts, während der übrige Teil des Höhlenhintergrundes von einer in 7 Terrassen abgestuften Felswand gebildet wird, auf denen *Viola biflora, Cystopteris fragilis, Asplenium trichomanes, Asplenium viride, Mnium rostratum,* bei $L = \frac{1}{60}$ siedeln. Die Blätter, beziehungsweise Wedel dieser Pflanzen sind besonders deutlich euphotometrisch, auf Vorderlicht eingestellt. Ein sehr bemerkenswertes Verhalten zeigten in dieser Höhle *Viola biflora* und *Glechoma hederacea.* Die vor und unmittelbar in der Eingangsöffnung wachsenden Individuen dieser beiden Arten trugen Blätter von einer — nach Vergleich mit solchen anderer, mehr weniger freier Standorte — den Durchschnittswert erreichenden Größe. So betrug die maximale Breite der Blätter von *Viola biflora* am Eingange, bei $L = \frac{1}{7}$ 3·5 *cm*, die Länge 3 *cm*, von *Glechoma hederacea* 4 *cm*, die Länge 3 *cm*. Die weiter einwärts gewachsenen Exemplare ließen sehr deutlich zunächst eine progressive Vergrößerung der Blattfläche, die bei $L = \frac{1}{42}$, in 11 *m* Tiefe ihr Maximum erreichte: Breite = 6 *cm*, Länge = 4 *cm* (*Viola biflora*), Breite = 5 *cm*, Länge = 4 *cm* (*Glechoma hederacea*), erkennen. Von da ab nahm die Größe der Blattflächen wieder ab und die auf den Terrassen der Hinterwand siedelnden Exemplare von *Viola biflora* hatten bedeutend kleinere Blätter als jene der außen wachsenden Individuen (Breite = 2·5 *cm*, Länge = 2 *cm*). Ich habe auf einen analogen Fall schon im ersten Teile dieser Arbeit, bei *Asplenium trichomanes,* hingewiesen. Es scheint demnach das Optimum für die vegetative Entwicklung von *Viola biflora* etwa bei $L = \frac{1}{42}$ zu liegen, bei welcher Lichtabschwächung aber die Pflanze bereits nicht mehr blüht. In diesem Zustande verträgt sie aber noch Lichtabschwächungen bis zu $\frac{1}{61}$. Das Minimum für die Blüte dürfte, nach diesen und anderen Beobachtungen (Thorsteinhöhle), zwischen $L = \frac{1}{34}$ bis $\frac{1}{40}$ liegen. Auch das Grün der Blätter von *Viola biflora* erreichte innerhalb der Höhle, bei $\frac{1}{42}$, den höchsten Grad der Sättigung, um dann wieder abzunehmen.

XL. Höhle oberhalb des Goldloches bei Hallstatt.

Am Wege von Obertraun nach Hallstatt liegt, wenige Meter oberhalb der Straße nächst dem »Hirschbrunnen« die Mündung eines verlassenen Stollens. Oberhalb desselben entquillt einem niederen

Felsentor ein Bach, dessen Wasser nahe der linken Seitenwand abfließt und beim Stollen eine kleine Kaskade bildet. Das Felsentor ist 4 *m* breit, links kaum 1 *m*, rechts nur 0·5 *m* hoch, so daß man nur kriechend vordringen kann. Die Mündung liegt, nach Nordosten gewendet, zirka 530 *m* hoch. Unterhalb derselben bricht der Fels in zwei Absätzen gegen den vorgelagerten Wald ab. Die Vegetation am Fuße dieser 2 *m* hohen Felswand besteht aus: *Adenostyles glabra, Campanula rotundifolia, Chaerophyllum cicutaria, Geranium Robertianum, Erica carnea, Lactuca muralis, Asplenium trichomanes, Asplenium viride, Phegopteris Robertiana.* Die Beleuchtungsstärke unmittelbar an der Mündung betrug am 7. VIII. 1912, 12^h mittags $\frac{1}{8}$, wozu die starke Beschattung durch den vorgelagerten Buchenwald viel beiträgt. Doch erhält das Portal zeitweise von der in geringer Tiefe vorüberziehenden Straße sowie vom Seespiegel ab und zu stärkeres Reflexlicht. Die Temperatur betrug am Eingange + 11° C. Knapp einwärts der Wölbung wächst rechts *Lactuca muralis* (blühend), 1 *m* einwärts auf berieseltem Fels: *Geranium Robertianum Eurynchium praelongum* Br. eur., *Hypnum commutatum* Hedw., *Rhynchostegium rusciforme* Br. eur., *Orthothecium rufescens* Br. eur., *Fissidens decipiens* de Not, *Mnium rostratum* Schwägr., *Fegatella conica*, bei $L = \frac{1}{15}$, links an der Wand in derselben Tiefe: *Eurynchium praelongum.* In 3 *m* Tiefe trifft man an überrieselten Steinen: *Eurynchium praelongum,* an der Decke in 2 *m* Tiefe: *Plagiothecium depressum* Mitt. $\left(L = \frac{1}{90}\right)$. Die Decke senkt sich dann so tief herab, daß ein weiteres Vordringen, abgesehen davon, daß der größte Teil der Höhle hier völlig mit Wasser erfüllt ist, unmöglich wird.

Im Stollen (»Goldloch« genannt) wurden bei flüchtiger Besichtigung bis zu 3 *m* Tiefe nur *Fegatella conica, Cystopteris fragilis* und *Eurynchium praelongum* angetroffen. *Rhynchostegium rusciforme* ist ein kosmopolitisches Wassermoos.

XLI. Der Kessel nächst dem Hirschbrunnen bei Hallstatt.

Kurz vor dem »Hirschbrunnen« gelangt man auf der von Obertraun nach Hallstatt führenden Straße zu einem gewaltigen, zur Linken im Berghang sich öffnenden, mit Wasser zum Teil gefüllten, tiefen Kessel, der durch eine Felsbarriere vom Niveau der Straße getrennt ist. Seehöhe zirka 520 *m.* Die Rückwand desselben wird von abschüssigem, vegetationsarmem Fels gebildet, während die minder steilen Seitenwände, besonders zur Linken, sowie die Vorderwand in ihren oberen Teilen Humus und reicheren Pflanzenwuchs tragen. Wir finden da, am Kesselrande vorn und links: *Acer Pseudoplatanus, Picea excelsa, Fagus silvatica, Aconitum Napellus, Helleborus niger, Sanicula europaea, Hepatica triloba, Geranium Robertianum, Chaerophyllum Cicutaria, Viola biflora, Cystopteris fragilis, Phegopteris Robertiana, Brachythecium rivulare, Fegatella conica, Amblystegium filicinum* De Not, *Mnium rostratum, Eurynchium praelongum,* sämtlich nach Oberlicht orientiert. Die Blätter von *Acer Pseudoplatanus* sind in der Krone deutlich nach Oberlicht, in den unteren Ästen aber nach Vorderlicht orientiert. Auf der Barriere wurde die Stärke des Vorderlichtes mit $L = \frac{1}{8}$, jene des Oberlichtes mit $\frac{1}{5}$ festgestellt (7. VIII. 1912, 1^h nachm.). An der rechten Seite des Kessels wachsen vorzugsweise: *Campanula rotundifolia, Asplenium viride, Fegatella conica,* die glatte Hinterwand trägt nur Moose und Algen. In den tieferen, zum Teil schwer zugänglichen Partien des Kessels fand ich, zwischen 3 bis 4 *m* Tiefe: *Mnium rostratum, Eurynchium praelongum, Brachythecium rivulare, Amblystegium filicinum, Hypnum stellatum* Ehrb., *Hypnum molluscum* Hedw., *Didymodon spadiceus* Mitt., *Scapania acquiloba* Dum., bei $L = \frac{1}{25}$ (Oberlicht). Der Kessel erhält in den Mittagsstunden, wo die Sonne direkt über demselben steht, die größte Lichtmenge.

XLII. Badlhöhle bei Peggau (Steiermark).

Der Eingang zu dieser bekannten Höhle liegt $^1/_2$ Stunde nördlich von Peggau, oberhalb des Badlgrabens in zirka 600 *m* Seehöhe. Das Portal ist 7·5 *m* breit, 2 *m* hoch. Vorgelagert ist dichter Buchenmischwald. Außenvegetation: *Cornus sanguinea, Sambucus nigra, Ribes Grossularia, Astrantia maior, Paris quadrifolia, Cyclamen europaeum, Hepatica triloba, Actaea spicata, Asarum europaeum, Hedera Helix, Daphne Mezereum, Oxalis Acetosella, Senecio silvaticus, Aspidium Filix mas, Asplenium trichomanes, Anomodon viticulosus* H. u. F., *Fissidens decipiens* De Not, *Plagiochila asplenioides* Dum. Von der Wölbung des Portales hängen die Wedel von *Polypodium vulgare* und *Asplenium trichomanes* herab; auch *Cyclamen europaeum, Corylus Avellana, Sorbus Aucuparia, Viburnum Lantana* sind oberhalb des Höhlenportales angesiedelt. Rechts und links steht ein alter Efeustock, der zunächst über die Felsen emporklettert, um später an Haselnußstämmen sich anzuhaften. Bis zur Höhe des Portals (zirka 2 *m*) tragen beide Stöcke nur die gelappten Blätter der sterilen Form, darüber hinaus schreiten sie zur Bildung von Blüten und eirunden Blättern. Speziell der links stehende Efeu zeigte auch sehr schöne Übergangsblätter. Die Felswand zur Linken, zum Teil auch der Efeu dort, sind mit Moosen bewachsen, und zwar: *Neckera complanata* Hübn., *Madotheca platyphylla* Dum., *Eurynchium Vaucheri* Schimpr. Die Beleuchtungsstärke am Eingange betrug am 28. VIII. 1912, 8^h vorm. $L = \frac{1}{7 \cdot 2}$; um diese Zeit treffen gerade die Strahlen der Morgensonne die rechte Portalseite. Temperatur = + 11° C. Nach 5 *m* Tiefenerstreckung folgt sozusagen ein zweites, verengertes Innenportal (5 *m* breit, 1·8 *m* hoch). Hier steht rechts, nahe dem Felsen, ein zum Teil abgestorbener Hollunder mit einigen jungen, zirka 0·5 *m* hohen Schößlingen ($L = \frac{1}{12}$, Temperatur + 10° C), am Felsen selbst wächst hier *Eurynchium praelongum*, links *Neckera crispa* Hedw., *Neckera Besseri* Jur. in abgestorbenen, versinterten Rasen von *Anomodon viticulosus* H. u. F. Diese Moose stehen fransenförmig von der Felswand ab, nach dem von der rechten Seite einfallenden, stärksten Vorderlicht orientiert. Links wächst (in 3·5 *m* Tiefe) ein spannhoher *Sambucus nigra* mit 6 Blättern sowie steriler, kriechender Efeu. Von der Decke hängen in 3 *m* Tiefe abgestorbene Wedel von *Asplenium trichomanes* herab. Das erwähnte zweite Innenportal wird durch beiderseits eingebaute Steine noch mehr verengt, so daß ein nur wenige Schritte messender freier Raum zum Durchschreiten bleibt. Diese Steine tragen Algenanflug.

Die Höhle erniedrigt sich in dieser Tiefe auf 1·5 *m*. Das Licht reicht bis 22 *m*. Die Temperatur daselbst betrug + 10° C. Der Höhlenboden ist trocken, erdig, die Seitenwände stark versintert. Die außerhalb der Höhle, am Portal zu beobachtende, sich innerhalb sehr geringer Höhenunterschiede (2 bis 3 *m*) vollziehende Änderung der Blattform des Efeu, der nur unwesentliche Änderungen der Lichtstärke parallel gehen, nötigt mich anzunehmen, daß letztere denn doch nicht so ausschließlich oder in erster Linie an dem Zustandekommen des Blattdimorphismus dieser Pflanze beteiligt seien, als ich bisher zu glauben geneigt war, eine Ansicht, in der mich die im folgenden wiedergegebenen Befunde bei den Peggauer Felsenhöhlen nur bestärken. Auch Drude meint, daß das Blühen (und die damit eintretende Blattänderung) des Efeu zunächst in Zusammenhang mit seiner südlichen Klimasphäre zu bringen sei und er schärfer, als man vielleicht glaube, die milden Winterklimate Deutschlands von den rauheren scheide.

XLIII. Höhle in der Peggauer Wand (Nr. 1).

Ein vom Verschönerungsverein Peggau angelegter Weg führt zu den mit 1 bis 6 bezeichneten, schon von weitem sichtbaren Höhlentoren in der Peggauer Wand. Das Portal der untersten Höhle (Nr. 1) ist 10 *m* breit, 4 bis 5 *m* hoch und nach Nordwesten gerichtet. Seehöhe zirka 500 *m*. Vor demselben steht, die linke Seite beschattend, ein Exemplar von *Acer campestre, Pinus silvestris, Berberis vulgaris, Crataegus*

Oxyacantha, Viburnum Lantana, am Boden kriecht *Hedera Helix* (steril) und wächst *Cyclamen europaeum, Geranium Robertianum, Salvia glutinosa.* Das Portal ist durch einen Pfeiler, der in einen nach vorn ziehenden Felsensporn ausläuft, in zwei ungleich große Hälften zerlegt. Die kleinere, linke endet blind mit einer Nische und steht durch ein rechtsseitiges Fenster mit der größeren, rechten Hälfte in Verbindung, von der aus man weiter ins Höhleninnere vordringt. Im folgenden wird die Vegetation beider Portalhälften getrennt besprochen. Nische links: Lichtstärke am Eingang $L = \frac{1}{4 \cdot 2}$ (absolute Intensität = 0·28, 28. VIII. 1912, 11^h vorm.). 3 *m* einwärts wächst *Berberis vulgaris* sowie ein reichbeblätterter *Sambucus nigra,* von dem drei Äste am Boden liegen, zwei überhängen, der Neigungswinkel (von der Vertikalen) beträgt zirka 50°. An der Seitenwand links siedeln in derselben Tiefe: *Hedera Helix* (steril, mit rotbraun verfärbten Blättern), der etwa 1 *m* hoch emporklettert, sowie *Asplenium trichomanes.* 4·5 *m* einwärts trifft man am Boden, beziehungsweise am Felsen *Geranium Robertianum* (blühend), *Hedera Helix* (steril), *Asplenium trichomanes, Asplenium Ruta muraria, Eucladium verticillatum* Br. eur., bei $L = \frac{1}{12}$ (absolute Intensität = 0·10). In 9 *m* Tiefe wächst links am Boden *Geranium Robertianum, Asplenium trichomanes, Asplenium Ruta muraria* nebst Algenanflügen auf Steinen, $L = \frac{1}{52}$ (absolute Intensität = 0·024). An der Decke siedeln in 5 *m* Tiefe: *Moehringia muscosa, Asplenium trichomanes* und *Asplenium Ruta muraria.* Der Boden ist lehmig und trocken. Rechter Eingang: Derselbe liegt etwas erhöht gegen vorigen und ist besser beleuchtet. $L = \frac{1}{3 \cdot 3}$ (absolute Intensität = 0·36). 1·5 *m* einwärts wachsen: *Polygonatum multiflorum, Urtica dioica, Hedera Helix* (steril), *Moehringia muscosa* ($L = \frac{1}{5}$, absolute Intensität = 0·24). In 4 *m* Tiefe findet man an der Decke in 2 *m* Höhe *Moehringia muscosa, Salvia glutinosa* (nicht blühend), *Asplenium trichomanes* und *Asplenium Ruta muraria.* 7·5 *m* einwärts siedeln rechts am Felsen *Asplenium trichomanes, Brachythecium densum* Jur., bei $L = \frac{1}{60}$ (absolute Intensität = 0·02). Das weitere Höhleninnere ist fast vegetationsleer, von Algen abgesehen, die bis zu 11 m Tiefe auf Steinen wachsen und fast nur grünes Reflexlicht von den dem Eingange vorgelagerten Brunnen erhalten. Temperatur am Eingange (in der Sonne) + 22° C, rechts in 8 *m* Tiefe (Schatten) + 13° C. Der Boden ist bis 22 *m* eben und steigt dann allmählich an.

XLIV. Höhle in der Peggauer Wand (Nr. 2).

Das Portal dieser Höhle liegt nach Westen, ist 6 *m* breit und 2 *m* hoch, von einer Hainbuche (*Carpinus Betulus*) stark beschattet ($L = \frac{1}{7}$, absolute Intensität = 0·17). Außenvegetation: *Tilia grandifolia Rhamnus Frangula, Salvia glutinosa, Anemone Pulsatilla, Moehringia muscosa, Asplenium trichomanes.* 1·5 *m* einwärts wachsen am Boden: *Rosa canina, Rubus fruticosus* (blühend), *Berberis vulgaris,* 3 *m* einwärts: *Tilia grandifolia* (40 *cm* hoch), *Lactuca muralis,* bei $L = \frac{1}{25}$ (absolute Intensität = 0·048), an der Wand links *Plagiothecium depressum* Mit. und *Asplenium trichomanes.* In 9 *m* Tiefe wächst noch *Asplenium trichomanes,* bei $L = \frac{1}{90}$ (absolute Intensität = 0·013), in 13 *m* Tiefe (Höhlenende) nur mehr Algen, $L = \frac{1}{165}$ (absolute Intensität = 0·0072). Links führt in 9 *m* Tiefe der »Delago-Kamin« nach aufwärts. Der Boden ist eben, steinig, am Ende von rotem Höhlenlehm gebildet.

XLV. Höhle in der Peggauer Wand (Nr. 3).

Das Höhlenportal ist 4·5 *m* breit, 3·5 *m* hoch, nach Süden gewendet. Vor demselben eine typische Xerophyten-Vegetation, bestehend aus: *Cytisus nigricans, Centaurea Jacea, Seseli glaucum, Allium angulosum, Reseda lutea, Sedum album, Sedum acre, Anemone Pulsatilla, Thalictrum foetidum, Artemisia campestris, Malva Alcea, Campanula caespitosa, Chelidonium maius, Origanum vulgare, Ballota nigra, Medicago lupulina, Scabiosa ochroleuca, Moehringia muscosa, Alsine setacea, Alyssum transsilvanicum, Asplenium trichomanes, Asplenium Ruta muraria, Gymnostomum rupestre* Schleich, *Eucladium verticillatum* Br. eur. Die Beleuchtungsintensität betrug am Eingange $L = \frac{1}{2 \cdot 2}$ (absolute Intensität = 0·54), die Temperatur (in der Sonne) + 21° C. 4 *m* einwärts wuchsen links am Felsen *Asplenium trichomanes* und *Asplenium Ruta muraria,* am Boden *Malva Alcea,* bei $L = \frac{1}{10}$ (absolute Intensität = 0·12), rechts am Felsen *Moehringia muscosa* und *Asplenium Ruta muraria.* In 7 *m* Tiefe traf ich links an der Wand: *Asplenium trichomanes, Asplenium Ruta muraria, Gymnostomum rupestre,* am Boden *Sambucus nigra* ($L = \frac{1}{25}$, absolute Intensität = 0·048), rechts am Felsen *Asplenium trichomanes.* 10·5 *m* einwärts wächst links am Felsen: *Asplenium trichomanes, Mnium stellare* Hedw., *Fissidens pusillus* Wils., rechts auf Steinen Cyanophyceen. ($L = \frac{1}{35}$, absolute Intensität = 0·034). In 12 *m* Tiefe fand ich noch Jugendformen von *Asplenium trichomanes* und sorediale Flechtenanflüge, bei $L = \frac{1}{120}$, absolute Intensität = 0·010). Das Licht reicht bis 22 *m* Tiefe. Der Höhleneingang macht bald eine Drehung nach Osten, wodurch das starke Absinken der Beleuchtungsstärke zwischen 10 und 12 *m* erklärlich wird, und teilt sich in 15 *m* Tiefe in je einen nach Norden und Osten verlaufenden Arm. Das Höhleninnere liegt von 3 *m* Tiefe an stets im Schatten. An der Decke wachsen eingangs noch *Asplenium Ruta muraria* und Algen. Temperatur in 12 *m* Tiefe = 12° C.

XLVI. Höhle in der Peggauer Wand (Nr. 4).

Rechts von voriger Höhle öffnet sich das mit 4 bezeichnete, 7·5 *m* breite und 2 *m* hohe, nach Westen gerichtete Portal. Der Felsenpfeiler zwischen 3 und 4 wird von dem armdicken Stamme eines alten, blühenden Efeu verkleidet. Die Blüten und eirunden Blätter desselben beginnen von zirka 2 *m* Höhe — bei völlig gleicher Beleuchtung — aufzutreten. Die Außenvegetation gleicht ganz der vor 3. Lichtstärke am Eingang L = $\frac{1}{2 \cdot 5}$ (absolute Intensität = 0·48). An der Decke wachsen in 2 m Tiefe *Asplenium trichomanes* und *Asplenium Ruta muraria.* Im Eingange trifft man rechts an Felsen bis zu 6 *m* Tiefe *Moehringia muscosa* und *Asplenium trichomanes,* bis 8 *m* Tiefe links am Boden *Convolvulus arvensis,* sowie *Thalictrum foetidum,* bei $L = \frac{1}{30}$, (absolute Intensität = 0·040). Rechts wachsen in derselben Tiefe am Felsen: *Moehringia muscosa, Asplenium trichomanes, Asplenium Ruta muraria.* Nach 50 *m* gelangt man, durch eine Verengung ansteigend, in eine weite Halle, welche auch von den Portalen 5 und 6 schwaches Licht erhält. Der Boden ist hier mit Steinen übersät und vegetationslos. An der Hinterwand der Halle dagegen bemerkt man noch Cyanophyceen-Vegetation. $L = \frac{1}{340}$ (?), absolute Intensität = 0·0035.

XLVII. Höhle in der Peggauer Wand (Nr. 5).

Dieses Portal ist nach Westen gewendet, 6 *m* breit, 2·5 m hoch. Vor demselben wachsen: *Carpinus Betulus, Corylus Avellana, Hedera Helix, Acer campestre, Moehringia muscosa, Sedum album, Sedum acre, Asplenium trichomanes, Asplenium Ruta muraria.* Lichtstärke am Portal $L = \frac{1}{4}$ (absolute Intensität $= 0{\cdot}30$). 3 *m* einwärts klettert an der linken Seitenwand *Hedera Helix* empor (steril) und wachsen *Taraxacum officinale* sowie *Moehringia muscosa.* Rechts steht in 0·5 *m* Tiefe ein 40 *cm* hoher *Acer campestre,* $L = \frac{1}{7}$ (absolute Intensität $= 0{\cdot}17$), in 3 m Tiefe wächst *Sedum album* (nicht blühend), *Moehringia muscosa, Asplenium trichomanes,* bei $L = \frac{1}{10}$ (absolute Intensität $= 0{\cdot}12$); in 5 *m* Tiefe *Carpinus Betulus,* spannhoch, bei $L = \frac{1}{15}$, absolute Intensität $= 0{\cdot}08$). In 15 *m* Tiefe führt ein Fenster zum Eingang 4. Der Boden ist steinig und in größerer Tiefe bald völlig vegetationsleer. Nach 30 *m* mündet dieser Eingang in die bei 4 erwähnte Halle. An der Decke trifft man eingangs *Gymnostomum rupestre* Schleich und sorediale Flechtenanflüge.

XLVIII. Höhle in der Peggauer Wand (Nr. 6).

Der Eingang liegt gegen Westen, ist 15 *m* breit und 2·5 *m* hoch. Außenvegetation: *Acer campestre, Evonymus europaeus, Verbascum nigrum, Clematis Vitalba, Rhamnus Frangula, Cyclamen europaeum* (am Boden). Die Felsenvegetation ist dieselbe wie in 3. Lichtstärke am Portal $L = \frac{1}{2{\cdot}8}$, absolute Intensität $= 0{\cdot}42$), Temperatur (in der Sonne) + 22° C. Links im Eingange wachsen in 2·5 *m* Tiefe: *Lactuca muralis, Reseda lutea, Chelidonium maius, Moehringia muscosa, Asplenium trichomanes, Asplenium Ruta muraria,* bei $L = \frac{1}{9}$ (absolute Intensität $= 0{\cdot}13$), rechts bis 5·5 *m* Tiefe: *Lactuca muralis, Moehringia muscosa, Reseda lutea,* $L = \frac{1}{12}$ (absolute Intensität $= 0{\cdot}10$), in 8 *m* Tiefe: *Rosa canina, Urtica dioica, Moehringia muscosa, Viburnum Lantana* (spannhoch), *Asplenium trichomanes, Asplenium Ruta muraria, Eucladium verticillatum* Br. eur., bei $L = \frac{1}{18}$ (absolute Intensität $= 0{\cdot}066$). Links trifft man in 10·5 *m* Tiefe *Chelidonium maius* (blühend) sowie Blätter von *Lactuca muralis,* nebst *Asplenium trichomanes* und *Eucladium verticillatum* bei $L = \frac{1}{22}$ (absolute Intensität $= 0{\cdot}054$), Temperatur hier + 17° C. Hier verengt sich die Höhle auf 3·5 m Breite und 1 *m* Höhe. Links gehen *Asplenium trichomanes* und Algen, rechts nur Algen bis 14 *m* Tiefe. In 16 *m* Tiefe erhöht sich die Wölbung wieder auf 2 *m,* die bis dahin ebene Sohle senkt sich und mündet in die früher erwähnte Halle. Hier, an der Einmündungsstelle, wächst noch rechts am Felsen *Asplenium trichomanes,* bei $L = \frac{1}{320}$ (absolute Intensität $= 0{\cdot}0037$). An der Decke wächst in 4·5 *m* Tiefe *Moehringia muscosa,* auf Unterlicht eingestellt.

Häufige Grabungen nach den Überresten des Höhlenbären dürften in allen sechs Höhlen einen beträchtlichen Teil der Bodenvegetation, besonders der weiter einwärts gelegenen Teile, vernichtet haben. Alle sechs Höhlen sind trocken, doch dringen von ihrer xerophytischen Außenvegetation nur wenige Elemente ein. Dagegen fehlen sonst typische Pflanzen, wie *Glechoma hederacea, Chrysosplenium alternifolium, Fegatella conica,* gänzlich. Das in 4 erwähnte *Brachythecium densum* ist ein spezifisches Kalkmoos und bisher aus

mehreren Höhlen: Buckenreuter Höhle, Espershöhle, Arnshöhle in Bayern bekannt. Der Lichtgenuß der in 5 vorgefundenen *Acer campestre* und *Carpinus Betulus* liegt nach Wiesner zwischen 1 bis $\frac{1}{43}$, beziehungsweise 1 bis $\frac{1}{56}$.

Im Anhange zu meinen hier niedergelegten Beobachtungen, betreffend die grüne Vegetation der Höhlen, lasse ich eine Schilderung der Vegetation der Schellenberger Eishöhle (nach brieflichen Mitteilungen von Gaunersdorfer) folgen. Diese Höhle wurde von dem Genannten im August 1911 besucht. Sie liegt am Absturz des Berchtesgadener Hochthrones, unterhalb der Mittagsscharte, in zirka 1580 *m* Seehöhe und hat einen nach Osten gerichteten, spaltartigen Eingang, der anfangs horizontal verläuft, sodann unter einem Winkel von 40° nach abwärts zieht. Er erhält nur diffuses Licht. Eingangs breitet sich eine Schneemulde, dann folgt Bodeneis. Vor dem Eingange befindet sich eine Schneemulde mit Fäkalien und einer Vegetation, bestehend aus: *Arabis alpina, Rumex Acetosa, Rumex crispus, Urtica dioica, Doronicum glaciale (?), Viola biflora, Myosotis odorata, Stachys recta, Satureja alpina, Erigeron alpinus, Aconitum paniculatum, Adenostyles glabra, Alchemilla fissa, Epilobium montanum, Saxifraga Aizoon Cirsium Erisithales, Artemisia vulgaris, Galium rotundifolium, Laserpitium latifolium, Mnium undulatum.* Innen wurden an von Eis zum Teil bedeckte, tropfende Felsen angeschmiegt *Jungermannia riparia,* fruchtend, auch mit Antheridien, letztere dem Lichte schief zugewendet, von Flechten *Collema,* von Cyanophyceen *Gloeocapsa*-Arten angetroffen.

Systematik der grünen Höhlenvegetation.

Die im ersten Teile dieser Untersuchungen (1911) von mir in Höhlen nachgewiesene grüne Flora hat seither eine nicht unbeträchtliche Vermehrung der Artenzahl erfahren, an der in erster Linie die Moose partizipieren. Der Übersicht halber führe ich im folgenden sämtliche bislang von mir (und Gaunersdorfer) beobachtete Arten im Zusammenhange an:

Algen. Cyanophyceen. Verschiedene *Gloeocapsa*-Arten (zum Beispiel *Gloeocapsa violacea, Gloeocapsa ambigna, Gloeocapsa alpina* var. *saxicola* nach Ritzberger), die wohl in keiner Höhle fehlen.

Chlorophyceen: Eine Art im Tropfwasser in XXXIX, ferner *Pleurococcus* in XXV.

Flechten: 6 Arten, und zwar: *Collema* sp. $\left(\text{bis } L = \frac{1}{8 \cdot 1}\right)$, *Solorina saccata* $\left(\text{bis } L = \frac{1}{24}, \frac{1}{35}\right)$, *Verrucaria calciseda* $\left(\text{bis } L = \frac{1}{8}\right)$, *Verrucaria hydrela* $\left(L = \frac{1}{8}\right)$, *Endocarpon miniatum* var. *compactum* $\left(L = \frac{1}{3}\right)$, *Psora lucida* $\left(L = \frac{1}{45}\right)$. Außerdem wurden häufig sorediale, nicht näher bestimmbare Flechtenanflüge in den vorderen Höhlenteilen angetroffen.

Lebermoose: 9 Arten, und zwar: *Fegatella conica* (18mal), *Madotheca platyphylla* (1), *Plagiochila interrupta* (5), *Lejeunia cavifolia* (1), *Haplozia atrovirens* $\left(1, \text{bis } \frac{1}{12}\right)$, *Marchantia polymorpha* $\left(1, \text{bis } \frac{1}{10}\right)$, *Pellia Neesiana* $\left(1, \text{bis } \frac{1}{11}\right)$, *Scapania acquiloba* $\left(1, \text{bis } \frac{1}{25}\right)$, *Jungermannia riparia* (nach Gaunersdorfer).

Laubmoose: 72 Arten, und zwar: *Isopterygium depressum* (9), *Eurynchium praelongum* $\left(13, \text{bis } \frac{1}{560}\right)$, *Eurynchium piliferum* $\left(1, \text{bis } \frac{1}{27}\right)$, *Eurynchium crassinervium* $\left(2, \text{bis } \frac{1}{70}\right)$, *Eurynchium Vaucheri* $\left(2, \text{bis } \frac{1}{15}\right)$,

Eurynchium striatum (1), *Eurynchium striatulum* (1), *Mnium rostratum* $\left(8, \text{bis}\frac{1}{60}\right)$, *Mnium riparium* (1), *Mnium marginatum* (1), *Mnium stellare* $\left(6, \text{bis}\frac{1}{350}\right)$, *Mnium undulatum* (1), *Mnium serratum* $\left(2, \text{bis}\frac{1}{70}\right)$, *Mnium punctatum* $\left(1, \text{bis}\frac{1}{50}\right)$, *Mnium Oxyrrhynchium* (1), *Amblystegium filicinum* (6), *Amblystegium Sprucei* $\left(2, \text{bis}\frac{1}{180}\right)$, *Thamnium alopecurum* (4), *Bryum capillare* (1), *Bryum torquescens* (1), *Bryum turbinatum* (1), *Bryum atropurpureum* (1), *Bryum pseudotriquetrum* (1), *Neckera complanata* (6), *Neckera Besseri* (2), *Neckera crispa* (3), *Timmia bavarica* $\left(6, \text{bis}\frac{1}{180}\right)$, *Anomodon viticulosus* (4), *Gymnostomum rupestre* (5), *Gymnostomum calcareum* $\left(6, \text{bis}\frac{1}{50}\right)$, *Myurella apiculata* (1), *Thuidium tamariscinum* (1), *Cirrhiphyllum crassinervium* (1), *Brachythecium velutinum* (1), *Brachythecium rivulare* $\left(5, \text{bis}\frac{1}{30}\right)$, *Brachythecium densum* $\left(1, \text{bis}\frac{1}{60}\right)$, *Leucodon scinvoides* (1), *Fissidens taxifolius* (1), *Fissidens decipiens* $\left(4, \text{bis}\frac{1}{45}\right)$, *Fissidens pusillus* (1), *Oxyrrhynchium pumilum* (1), *Hypnum falcatum* (3), *Hypnum sulcatum* $\left(1, \text{bis}\frac{1}{18}\right)$, *Hypnum Sommerfeltii* $\left(1, \text{bis}\frac{1}{25}\right)$, *Hypnum palustre* $\left(1, \text{bis}\frac{1}{14}\right)$, *Hypnum commutatum* $\left(2, \text{bis}\frac{1}{15}\right)$, *Hypnum stellatum* $\left(1, \text{bis}\frac{1}{25}\right)$, *Hypnum molluscum* $\left(3, \text{bis}\frac{1}{25}\right)$, *Hypnum incurvatum* $\left(1, \text{bis}\frac{1}{50}\right)$, *Hypnum gravilescens* (1), *Hymenostylium curvirostre* $\left(3, \text{bis}\frac{1}{60}\right)$, *Homalothecium sericeum* (1), *Webera cruda* $\left(1, \text{bis}\frac{1}{17}\right)$, *Orthothecium intricatum* $\left(1, \text{bis}\frac{1}{17}\right)$, *Orthothecium rufescens* $\left(3, \text{bis}\frac{1}{25}\right)$, *Tortula aciphylla* (1), *Tortula muralis* (1), *Tortula ruralis* (1), *Pseudoleskea atrovirens* (2), *Pseudoleskea catenulata* $\left(1, \text{bis}\frac{1}{12}\right)$, *Plagiothecium Müllerianum* $\left(1, \text{bis}\frac{1}{560}\right)$, *Plagiothecium pulchellum* $\left(1, \text{bis}\frac{1}{8}\right)$, *Trichodon cylindricus* $\left(2, \text{bis}\frac{1}{25}\right)$ *Eucalypta contorta* $\left(2, \text{bis}\frac{1}{70}\right)$, *Rhynchostegium rusciforme* (1), *Didymodon spadiceus* $\left(2, \text{bis}\frac{1}{25}\right)$, *Distichium capillaceum* $\left(1, \text{bis}\frac{1}{24}\right)$, *Tortella tortuosa* $\left(1, \text{bis}\frac{1}{45}\right)$, *Cinclidotus fontinaloides* $\left(1, \text{bis}\frac{1}{12}\right)$, *Barbula paludosa* $\left(1, \text{bis}\frac{1}{18}\right)$, *Eucladium verticillatum* $\left(2, \text{bis}\frac{1}{22}\right)$, *Ctenidium molluscum* (1).

Farne: 11 Arten, und zwar: *Asplenium trichomanes* (30), *Asplenium Ruta muraria* $\left(10, \text{bis}\frac{1}{50}\right)$, *Asplenium viride* (7), *Cystopteris fragilis* (15), *Cystopteris montana* $\left(1 \text{ zwischen } \frac{1}{16} \text{ bis } \frac{1}{30}\right)$, *Cystopteris alpina* $\left(1, \text{bis}\frac{1}{3}\right)$, *Phegopteris Robertiana* (5), *Athyrium Filix femina* (1), *Aspidium lobatum* (1), *Polypodium vulgare* (1), *Scolopendrium vulgare* (1).

Nadelhölzer: 0.

Einkeimblätterige: 3 Arten, und zwar: *Carex praecox* (1), hie und da auch andere, nicht näher bestimmbare Grasanflüge, *Lilium Martagon* (1), *Polygonatum multiflorum* $\left(1, \text{bis } \frac{1}{5}\right)$.

Zweikeimblätterige: 89 Arten, und zwar: *Salix Caprea* (1), *Corylus Avellana* (2), *Carpinus Betulus* (1), *Fagus silvatica* (1, Keimpflanze), *Quercus Robur* (1), *Urtica dioica* (14), *Urtica urens* (4), *Asarum europaeum* (1), *Rumex Acetosa* (1), *Chenopodium bonus Henricus* (1), *Stellaria Holostea* (1), *Stellaria nemorum* (1), *Stellaria media* (4), *Moehringia muscosa* (8), *Aconitum Vulparia* (1), *Aconitium Napellus* (1), *Ranunculus Sardous* (3), *Ranunculus montanus* (1), *Actaea spicata* (1), *Aquilegia vulgaris* (3), *Thalictrum foetidum* (1), *Berberis vulgaris* (5), *Chelidonium maius* (4), *Dentaria enneaphyllos* (2), *Peltaria alliacea* (1), *Arabis arenosa* (1), *Arabis alpina* (6), *Reseda lutea* (1), *Sedum album* (3), *Parnassia palustris* (1), *Chrysoplenium alternifolium* (5), *Saxifraga stellaris* (1), *Saxifraga rotundifolia* (3), *Rosa canina* (3) *Fragaria vesca* (1), *Sorbus Aucuparia* (1), *Rubus Idaeus* (3), *Rubus fruticosus* (1), *Orobus vernus* (1), *Trifolium* sp. (1), *Geranium Robertianum* (14), *Oxalis Acetosella* (5), *Euphorbia Cyparissias* (1), *Mercurialis perennis* (1), *Acer campestre* (1), *Impatiens noli tangere* (2), *Tilia grandifolia* (1), *Malva Alcea* (1), *Viola biflora* (7), *Chamaenerium angustifolium* (1), *Hedera Helix* (4), *Bupleurum falcatum* (1), *Chaerophyllum aureum* (1), *Chaerophyllum Cicutaria* (1), *Aegopodium Podagraria* (1), *Rhododendron hirsutum* (3), *Rhododendron Chamaecystus* (1), *Convolvulus arvensis* (1), *Myosotis silvatica* (2), *Salvia glutinosa* (1), *Galeobdolon luteum* (1), *Glechoma hederacea* (12), *Verbascum nigrum* (1), *Veronica montana* (1), *Orobanche* sp. (1), *Asperula cynanchica* (1), *Galium silvaticum* (1), *Galium Aparine* (1), *Sambucus nigra* (8), *Viburnum Lantana* (2), *Lonicera Xylosteum* (1), *Adoxa Moschatellina* (3), *Valeriana saxatilis* (1), *Campanula rotundifolia* (5), *Campanula Trachelium* (2), *Campanula rapunculoides* (2), *Campanula pusilla* (1), *Lactuca muralis* (19), *Adenostyles glabra* (9), *Taraxacum officinale* (4), *Senecio nemorensis* (2), *Senecio silvaticus* (3), *Tussilago Farfara* (1), *Cirsium Erisithales* (1), *Cirsium arvense* (1), *Achillea Millefolium* (1), *Arctium Lappa* (1), *Petasites albus* (1), *Bellidiastrum Michelii* (1).

Diese 90 Arten verteilen sich auf folgende Familien und Gattungen: *Salicineae* (1 Gattung, 1 Art), *Betulaceae* (2 Gattungen, 2 Arten), *Fagaceae* (2 Gattungen, 2 Arten), *Urticaceae* (1 Gattung, 2 Arten), *Aristolochiaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Polygoneae* (1 Gattung, 1 Art), *Chenopodiaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Caryophyllaceae* (2 Gattungen, 4 Arten), *Ranunculaceae* (5 Gattungen, 7 Arten), *Berberideae* (1 Gattung, 1 Art), *Papaveraceae* (1 Gattung, 1 Art), *Cruciferae* (3 Gattungen, 4 Arten), *Resedaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Crassulaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Saxifragaceae* (3 Gattungen, 4 Arten), *Rosaceae* (4 Gattungen, 5 Arten), *Leguminosae* (2 Gattungen, 2 Arten), *Geraniaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Oxalidaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Euphorbiaceae* (2 Gattungen, 2 Arten), *Acerineae* (1 Gattung, 1 Art), *Balsamineae* (1 Gattung, 1 Art), *Tiliaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Malvaceae* (1 Gatung, 1 Art), *Violaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Oenothereae* (1 Gattung, 1 Art), *Araliaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Umbelliferae* (3 Gattungen, 4 Arten), *Ericaceae* (1 Gattung, 2 Arten), *Convolvulaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Borragineae* (1 Gattung, 1 Art), *Labiatae* (3 Gattungen, 3 Arten), *Scrophulariaceae* (2 Gattungen, 2 Arten), *Orobanchaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Rubiaceae* (2 Gattungen, 3 Arten), *Caprifoliaceae* (3 Gattungen, 3 Arten, *Adoxaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Valerianaceae* (1 Gattung, 1 Art), *Campanulaceae* (1 Gattung, 4 Arten), *Compositae* (10 Gattungen, 12 Arten).

Als häufige, mehr oder weniger typische Höhlenpflanzen möchte ich demnach ansprechen: *Gloeocapsa*-Arten, *Fegatella conica, Isopterygium depressum, Eurynchium praelongum, Mnium rostratum, Mnium stellare, Amblystegium filicinum, Neckera complanata, Timmia bavarica, Gymnostomum calcareum, Asplenium trichomanes, Cystopteris fragilis, Asplenium Ruta muraria, Asplenium viride, Urtica dioica, Glechoma hederacea, Geranium Robertianum, Sambucus nigra, Adenostyles glabra, Lactuca muralis.*

Daß es sich bei der Zusammensetzung der grünen Höhlenflora um einen — durch verschiedene Faktoren, unter denen aber das Licht obenan steht — herbeigeführten Fall von Auslese aus den verschiedensten Abteilungen des Pflanzenreiches handelt, glaube ich auf Grund meiner Untersuchungen nun-

mehr mit aller Bestimmtheit aussprechen zu dürfen. Das seltene Vorkommen von Chlorophyceen gegenüber der Häufigkeit der Cyanophyceen daselbst, hängt wohl auch mit der Wasserversorgung derselben zusammen, denn erstere werden nur an Lokalitäten mit dauernder Wasserführung zu erwarten sein, letztere dagegen, als Luftalgen, nehmen auch mit einer feuchten Atmosphäre vorlieb. Immerhin aber spricht dieses Verhalten dafür, daß die Cyanophyceen bedeutend geringere Ansprüche an die Beleuchtung im allgemeinen stellen als die Chlorophyceen. Was erstere betrifft, so wurde vielfach der Zweifel laut, ob sie bei den vorgefundenen, überaus geringen Lichtintensitäten überhaupt noch zu assimilieren vermögen und nicht etwa eine heterotrophe Lebensweise führten. Der Nachweis ihrer Assimilationstätigkeit dürfte nun allerdings schwer zu erbringen sein. Ich möchte aber bemerken, daß dafür einmal der Umstand spricht, daß man sie — auch in großen Tiefen und bei höchst schwachem Lichte — ausnahmslos an der Vorderseite, das heißt der der Lichtquelle zugekehrten Seite von Felsen u. dgl. im Höhleninnern findet, ferner die Tatsache, daß zum Beispiel die Gonidien von *Sticta pulmonaria*, wie Wiesner gefunden hat, zur Zeit der stärksten Beleuchtung, wenn als äußeres, der Flechte zufließendes Licht 0·5 (absolute Intensität) angenommen wird, einen relativen Lichtgenuß von $\frac{1}{80}$ bis $\frac{1}{125}$ (absolute Intensität $=$ 0·006 bis 0·004) aufzuweisen haben. Es ist daher nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, daß bei einem solchen und noch bedeutend geringeren Lichtgenuß auch freie Algen normal zu gedeihen vermögen. Ebenso erklärt sich aus dem Gesagten der spärliche Prozentsatz der Flechten in Höhlen ohne weiteres. Denn schließlich ist ja das Vorkommen der Flechten als konsolidierter Doppelorganismus an die Grenzen der assimilatorischen Tätigkeit des einen Partners, der Alge, gebunden. Und diese Grenze wird natürlich, in Ansehung der starken Lichtreduktion durch das Rindengewebe und des schwachen Außenlichtes, bei Flechten mit exogenem Thallus, gar bald erreicht. Algen sind niemals ausgesprochene Lichtpflanzen, fast immer kommen sie nur im Schutze eines Lichtschirmes, der in den meisten Fällen von einer Wasserschichte, bei ihrer Symbiose mit Pilzen aber von letzteren gebildet wird, vor. Diese wertvolle Vergesellschaftung, die der Alge die Landnahme und Anpassung an exponierte, helle Standorte — im Flechtenorganismus — ermöglicht, ist aber für Standorte mit sehr schwacher Beleuchtung wenig geeignet. Und es ist darum vollkommen erklärlich und bezeichnend, wenn, worauf schon Zukal*) und Wiesner hingewiesen haben (was meine Untersuchungen vielfach bestätigten), in Höhlen normal ausgebildete Flechten nur in den vordersten Teilen anzutreffen sind, während weiter einwärts nur sorediale Anflüge vorgefunden werden, bei denen das Pilzelement gegenüber dem Algenelement stark in den Hintergrund tritt. Es kommt eben hier zu einer förmlichen Auflösung dieser nur innerhalb gewisser Beleuchtungsgrenzen vorteilhaften Lebensgemeinschaft, zu einer Kündigung des Bündnisses, aus der natürlich die Alge den größeren Nutzen ziehen dürfte. Ich möchte diesen Zerfall des Flechtenkörpers als ein Beispiel der labilen Struktur eines Pflanzenverbandes besonders hervorheben. Betont muß noch werden, daß dieser Zerfall keineswegs etwa als eine Folge übermäßiger Feuchtigkeit des Standortes (bekanntlich fault an in Wasser gelegten Flechten das Hyphengewebe und die Gonidien werden frei) aufgefaßt werden kann. Denn er wurde durchwegs an sehr mäßig feuchten oder ausgesprochen trockenen Stellen beobachtet. Von den beobachteten Flechten liegt der Lichtgenuß nach Wiesner von *Psora lucida* zwischen 1 bis $\frac{1}{30}$ $\left(\text{Optimum} = \frac{1}{4}\right)$, *Verrucaria calciseda* zwischen 1 bis $\frac{1}{29}$ $\left(\text{Optimum} = 1 \text{ bis } \frac{1}{3}\right)$, *Endocarpon miniatum* zwischen 1 bis $\frac{1}{24}$ $\left(\text{Optimum} = \frac{1}{3} \text{ bis } \frac{1}{8}\right)$. Der Lichtgenuß von *Collema*-Arten liegt nach Zukal zwischen 1 bis $\frac{1}{50}$. Sterile *Collema*-Arten traf dieser Forscher noch bei $\frac{1}{157}$ in Klammen und Höhlen an.

*) So hat Zukal gefunden, daß im tiefen Schatten die Rindenbildung bei manchen Flechten *(Biatoria lucida, Parmelia caperata)* vollständig unterbleibt, während umgekehrt auf sonnigen Standorten manche Arten ihre Rinde auffallend verdicken.

Die Moose finden naturgemäß in feuchten Höhlen ihre Hauptverbreitung. Während zum Beispiel in den 6 trockenen Felsenhöhlen der Peggauer Wand zusammen nur 6 verschiedene Arten von Moosen gesammelt wurden, steigt in der vom Koppenbach zeitweilig durchströmten Koppenbrüllerhöhle allein ihre Zahl auf 12. Treten schon hier die Blütenpflanzen erheblich zurück, so bestimmen in den hochgelegenen Eishöhlen vollends die Moose fast ausschließlich den Vegetationscharakter. Hier tritt eben, als ein zweiter Faktor, der auf die Auslese nicht minder bedeutsamen Einfluß nimmt als die Lichtabschwächung, die Temperaturerniedrigung dazu. Ein Vergleich der Vegetation der von mir untersuchten Eishöhlen (Eishöhle am Beilstein, 1300 *m*, Temperatur der von Pflanzen besiedelten Strecke zwischen + 8° C und + 1° C — Eishöhle am Ötscher, 1470 *m*, Temperatur + 9° C bis + 1° C — Dachstein-Riesen-Eishöhle 1560 *m*, Temperatur + 8° C. bis + 2° C, Eisloch daneben 1560 *m*, Temperatur + 8° C. bis 2·5° C, endlich noch des von Beck untersuchten Eisloches der Paradana im Tarnowaner Walde 1200 *m* [?], Temperatur in 23 bis 40 *m* Tiefe zwischen + 6·5° C und 1·2° C) zeigt dies in auffälliger Weise. So enthält die Eishöhle am Beilstein: Cyanophyceen, 2 Arten von Lebermoosen, 8 von Laubmoosen, 2 von Blütenpflanzen; die Eishöhle am Ötscher: Cyanophyceen, 1 Flechtenart, 1 Farnart, 3 Arten von Laubmoosen; die Dachstein-Riesen-Eishöhle: Cyanophyceen, 4 Arten von Laubmoosen 1 Lebermoosart, 1 Farnart, 7 Arten von Blütenpflanzen; das Eisloch: Cyanophyceen, 9 Arten von Laubmoosen, 1 Farnart, 2 Arten von Blütenpflanzen; die Paradana (zwischen 23 bis 40 *m* Tiefe): 13 Arten von Laubmoosen, 5 von Blütenpflanzen. Farne und Blütenpflanzen treten also auffällig zurück. Dabei zeigt sich, was die Moose betrifft, eine unverkennbare, sicherlich nicht zufällige Übereinstimmung auch der Arten. So kommt *Orthothecium rufescens* in 4 der genannten 5 Höhlen vor, *Orthothecium intricatum, Eurynchium crassinervium, Amblystegium Sprucei* und *Hypnum molluscum* in je 3 derselben. Die Flora der Eishöhlen nimmt demnach eine scharf ausgeprägte Sonderstellung ein da ihr gerade Elemente, die — neben Cyanophyceen — in höher temperierten Höhlen aller Lagen zwischen 500 bis 1300 *m* einen charakteristischen Bestandteil der Höhlenflora zu bilden pflegen, wie *Asplenium trichomanes, Urtica dioica, Geranium Robertianum, Glechoma hederacea,* fehlen. (Die für Höhlen gleichfalls so typische *Lactuca muralis* habe ich in Höhlen über 1000 *m* Seehöhe nirgends mehr vorgefunden.) Was das gänzliche Fehlen der Nadelhölzer betrifft, so kann ich nach wie vor einen stichhaltigen Grund bisher nicht finden. Wiederholt wurden in der Nähe der Höhlenportale *Picea excelsa, Pinus silvestris, Pinus Pimilio* und *Juniperus communis* beobachtet. Wohl sind ihre Samen relativ schwer und daher für die Verbreitung in horizontaler Richtung durch den Wind verhältnismäßig wenig geeignet, doch könnten ihre Zapfen oder Beerenzapfen wohl durch Tiere unschwer in solche Lokalitäten verschleppt werden. Man findet aber nicht einmal Keimpflanzen von ihnen. Der überaus geringe Prozentsatz der Einkeimblätterigen kennzeichnet das relativ hohe Lichtbedürfnis dieser Gruppe in vortrefflicher Weise. Sind doch auch nur wenige von ihnen Bewohner des Waldschattens (*Paris quadrifolia, Majanthemum bifolium, Lilium Martagon, Polygonatum*-Arten, einige Gräser und Orchideen). Über die Vertretung der Zweikeimblätterigen habe ich mich bereits im ersten Teile dieser Abhandlungen ausführlicher geäußert und habe dem nichts Wesentliches hinzuzufügen. Nach wie vor ist, als für die Lichtstimmung ganzer Gattungen und Familien charakteristisch, zu verzeichnen das gänzliche Fehlen zum Beispiel der *Lineae, Polygalaceae, Cistineae, Thymelaeaceae, Lythraceae, Primulaceae, Gentianaceae, Solanaceae, Plantagineae.* Von den innerhalb des untersuchten Gebietes (Steiermark, Oberösterreich, Niederösterreich, Krain) vorkommenden 15 *Geranium*-Arten wurden in Höhlen nur *Geranium Robertianum,* dieser aber sehr häufig beobachtet. Es steht dies in vollkommenem Einklang mit den Untersuchungen Wiesner's über den Lichtgenuß einiger verbreiteter *Geranium*-Arten. So beträgt, nach Beobachtungen dieses Forschers (in Friesach, Kärnten, 637 *m* Seehöhe) der Lichtgenuß von *Geranium phaeum* $L = \frac{1}{1\cdot75} - \frac{1}{18}$, von *Geranium palustre* $1 - \frac{1}{14}$, von *Geranium Robertianum* aber $\frac{1}{1\cdot35} - \frac{1}{25}$, der also die am meisten Schatten ertragende Spezies ist. Etiolierte Pflanzen wurden auch an den neu hinzugekommenen Standorten nicht

vorgefunden. Doch möchte ich nicht unerwähnt lassen, daß wie aus der Literatur hervorgeht, hin und wieder doch solche in Höhlen zu finden sind. So berichtet Johow in »Vegetationsbilder aus Westindien und Venezuela« über die Vegetation der in der venezolanischen Küstenkordillere gelegenen, durch Humboldt und Bonpland bekannt gewordenen Höhle del Guacharo: »Eine höchst merkwürdige, in diesem Teile der Höhle zu beobachtende Erscheinung, die bereits Humboldt in Erstaunen versetzte, sind die aus dem Kote der Guacharo-Vögel erwachsenen, infolge des Lichtmangels vergeilten Pflanzen, welche massenhaft den Boden bedecken. Wir durchschritten ganze Wiesen dieser bleichsüchtigen Gewächse, welche, ohne Laubblätter zu entwickeln, bis zu einer Höhe von 3 Fuß aufgeschossen waren und, obwohl sie sehr verschiedenen Pflanzenarten angehörten, doch sämtlich den gleichen, sonderbaren Anblick darboten.« Das Portal dieser Höhle ist nach den Messungen von Humboldt 26 *m* hoch, 22 *m* breit, und in seinem ganzen Umkreise von der üppigsten Vegetation geschmückt, von hohen Urwaldbäumen bestanden und mit Lianen und blühenden Epiphyten geschmückt. Aus der Höhle rieselt ein Bach und da, wo derselbe ins Freie tritt, wachsen zahlreiche Tabakskeimpflanzen aus dem Kote der Guacharo-Vögel. Außer diesen Samen hat man darin auch (in der Höhle) die Samen von *Psychotria arborea*, einer baumförmigen Rubiacee, nachgewiesen.

Von den in Höhlen von mir bisher vorgefundenen 92 Blütenpflanzen waren 86 ausdauernd (= 93·4%) und nur 7 ein- oder zweijährig (= 7·6%). Von den ausdauernden Arten waren 16 Holzgewächse *(Salix, Corylus, Carpinus, Quercus, Fagus, Sorbus, Berberis, Rosa, Acer, Tilia, Hedera, Sambucus, Viburnum, Lonicera, Rhododendron hirsutum* und *Rhododendron Chamaecystus)* = 17·3%, die übrigen Stauden, und zwar 69 mit Rhizomen, 1 mit Zwiebel *(Lilium Martagon)*, ø mit Knollen. Von Ein- oder Zweijährigen wurden nur *Urtica urens, Geranium Robertianum, Impatiens noli tangere, Stellaria media, Ranunculus Sardous, Reseda lutea, Galium aparine* beobachtet. Letztere Pflanze gedeiht nach Wiesner auch ziemlich tief im Schatten der Wälder, wo sie aber bereits ihren Habitus ändert. Wie Wiesner gezeigt hat, treten fast alle Annuellen in freier Exposition auf und erreichen dann das Maximum des Lichtgenusses mit $L = 1$. Ihr Keimen, Vegetieren, Blühen und Feuchten vollzieht sich meist bei gleichbleibendem Lichtgenußmaximum, sie dulden keine erhebliche Einschränkung ihres Lichtgenusses. Zweijährige Pflanzen verhalten sich ähnlich, doch kommt die Tendenz zur Anpassung an geringere Intensitäten bei ihnen häufiger vor.

Berücksichtigt man die Formationen, denen die angeführten 92 Blütenpflanzen an ihren Standorten außerhalb der Höhlen sonst angehören, so kommt man zu nachfolgenden Resultaten:

Weitaus die Mehrzahl (zwischen 60 bis 70%) treten uns sonst als Waldschatten- oder Waldrandpflanzen entgegen. So: *Lilium Martagon, Polygonatum multiflorum, Salix Caprea, Corylus Avellana, Carpinus Betulus, Fagus silvatica, Quercus Robur, Asarum europaeum, Stellaria Holostea, Stellaria nemorum, Stellaria media, Aconitum Vulparia, Aconitum Napellus, Ranunculus Sardous, Actaea spicata, Aquilegia vulgaris, Berberis vulgaris, Dentaria enneaphyllos, Peltaria alliacea, Chrysosplenium alternifolium, Saxifraga rotundifolia, Rosa canina, Fragaria vesca, Sorbus Aucuparia, Rubus Idaeus, Rubus fructicosus, Orobus vernus, Geranium Robertianum, Oxalis Acetosella, Mercurialis perennis, Acer campestre, Impatiens noli tangere, Tilia grandifolia, Viola biflora, Chamaenerium angustifolium, Hedera Helix, Bupleurum falcatum, Chaerophyllum aureum, Aegopodium Podagraria, Myosotis silvatica, Salvia glutinosa, Galeobdolon luteum, Glechoma hederacea, Veronica montana, Galium silvaticum, Galium Aparine, Sambucus nigra, Viburnum Lantana, Lonicera Xylosteum, Adoxa Moschatellina, Campanula rotundifolia, Campanula Trachelium, Campanula rapunculoides, Lactuca muralis, Adenostyles glabra, Senecio nemorensis, Senecio silvaticus, Arctium Lappa, Petasites albus, Bellidiastrum Michelii.* Gering ist demgegenüber die Zahl der in Höhlen vorgefundenen, ungleich lichtbedürftigeren Wiesenpflanzen, wie: *Taraxacum officinale, Achillea Millefolium, Rumex Acetosa, Parnassia palustris, Convolvulus arvensis, Cirsium arvense,* der xerophytischen Bewohner sonniger Felsen oder Hügel, wie *Carex praecox, Sedum album, Asperula cynanchica, Moehringia muscosa, Euphorbia Cyparissias, Reseda lutea, Verbascum nigrum, Malva Alcea,* der Pflanzen der alpinen Matte und des Gerölles, wie

Valeriana saxatilis, Campanula pusilla, Saxifraga stellaris, Arabis alpina, Rhododendron hirsutum, Rhododendron Chamaecystus.

Die Gruppe der Ruderalpflanzen ist mit *Chenopodium bonus Henricus, Urtica dioica* und *Urtica urens, Chelidonium maius* (zu denen man übrigens aus dem vorigen noch *Reseda lutea, Verbascum nigrum, Stellaria media, Malva Alcea, Arctium Lappa, Geranium Robertianum, Campanula rapunculoides, Aegopodium Podagraria, Taraxacum officinale, Galium Aparine, Ranunculus Sardous, Aconitum Napellus* [Flora der »Läger«] stellen könnte) vertreten. Die Ruderalpflanzen sind überhaupt hinsichtlich ihres Lichtgenusses keine so individualisierte Formation wie etwa Wald und Wiese, die einander so schroff gegenüberstehen. Sie vereinigen in sich sehr heterogene oder, besser gesagt, indifferente Elemente, für welche weniger die Beleuchtungs- als vielmehr die Substratverhältnisse in erster Linie maßgebend sind. Während die früher angeführten Waldschatten-, beziehungsweise Waldrandpflanzen in Höhlen bis zu Lichtabschwächungen von $\frac{1}{70}$ bis $\frac{1}{90}$ (speziell *Geranium Robertianum* und *Lactuca muralis*) vorgefunden wurden, lagen die beobachteten niedrigsten Lichtgenußwerte der Wiesenpflanzen, Xerophyten und alpinen Pflanzen durchwegs viel höher. Die Ruderalpflanzen verhielten sich auch hier intermediär. Von den Wiesenpflanzen wurde *Taraxacum officinale* bis $\frac{1}{10}$ (Lichtgenuß nach Wiesner $= 1 - \frac{1}{12}$), *Achillea Millefolium* bis $\frac{1}{8}$ (blühend), *Rumex Acetosa* bis $\frac{1}{4 \cdot 8}$, *Parnassia palustris* bis $\frac{1}{16}$, *Convolvulus arvensis* bis $\frac{1}{30}$, *Cirsium arvense* bis $\frac{1}{7}$ angetroffen.

Die angeführten Xerophyten wurden bis zu nachfolgenden Lichtabschwächungen beobachtet: *Carex praecox* ($L = \frac{1}{6 \cdot 6}$, blühend), *Sedum album* ($L = \frac{1}{10}$, blühend, Lichtgenuß nach Wiesner $1 - \frac{1}{11}$, bis $\frac{1}{38}$ vegetierend), *Asperula cynanchica* ($L = \frac{1}{5}$), *Moehringia muscosa* ($L = \frac{1}{14}$, blühend, $\frac{1}{40}$ nicht blühend), *Euphorbia Cyparissias* ($L = \frac{1}{8}$, nach Wiesner im April bei $\frac{1}{1 \cdot 4} - \frac{1}{3 \cdot 9}$ blühend, im Mai und Juni im Walde selbst noch bei $\frac{1}{12}$), *Reseda lutea* ($L = \frac{1}{9}$), *Verbascum nigrum* ($L = \frac{1}{12}$), *Malva Alcea* ($L = \frac{1}{11}$). Von subalpinen und alpinen Pflanzen wurden nur drei bei stärkerer Lichtreduktion beobachtet, nämlich *Adenostyles glabra* (zwischen $\frac{1}{5} - \frac{1}{34}$ blühend), *Arabis alpina* (zwischen $\frac{1}{5} - \frac{1}{34}$ blühend), *Viola biflora* (bis $\frac{1}{34}$ blühend, $\frac{1}{42}$ nicht blühend), bei geringerer Abschwächung dagegen: *Saxifraga stellaris* ($L = \frac{1}{5 \cdot 5}$ blühend), *Saxifraga rotundifolia* ($L = \frac{1}{5 \cdot 5}$ blühend), *Valeriana saxatilis* ($L = \frac{1}{12}$), *Campanula pusilla* ($L = \frac{1}{12}$), *Rhododendron Chamaecystus* ($L = \frac{1}{8} - \frac{1}{12}$), *Rhododendron hirsutum* ($L = \frac{1}{5 \cdot 5} - \frac{1}{12}$). Aus der Gruppe der Ruderalpflanzen wurde *Chenopodium bonus Henricus* bis $\frac{1}{8}$ blühend, *Urtica dioica* bis $\frac{1}{36}$ blühend, bis $\frac{1}{60}$ vegetierend, *Urtica urens* bis $\frac{1}{6 \cdot 6}$, *Chelidonium maius* bis $\frac{1}{24}$ (Blattentwicklung nach Wiesner bei $L = \frac{1}{2} - \frac{1}{3 \cdot 8}$ im April, Blüte Ende

April und Mai bei $\frac{1}{3} - \frac{1}{8}$, im Juni und Juli erscheint die Pflanze in noch tieferem Schatten), *Stellaria media* bis $\frac{1}{54}$ (blühend), *Geranium Robertianum* bis $\frac{1}{54}$ (blühend), *Galium Aparine* $\left(L = \frac{1}{6}\right)$, *Aconitum Napellus* $\left(L = \frac{1}{16}\right)$, *Campanula rapunculoides* bis $\frac{1}{7 \cdot 2}$, *Aegopodium Podagraria* bis $\frac{1}{24}$ (blühend), *Arctium Lappa* bis $\frac{1}{8}$ (blühend) vorgefunden.

Von den untersuchten 48 Höhlen (davon 46 mit Vorderlichtzufuhr), deren Öffnungen nach den verschiedensten Himmelsrichtungen wiesen (9 Nord, 4 Nordost, 3 Ost, 4 Südost, 11 Süden, 4 Südwest, 6 West, 5 Nordwest), welche Verschiedenheiten der Exposition übrigens wohl auf die Flora vor dem Höhleneingange, nicht aber auf die des Höhleninnern einen merkbaren Einfluß ausüben, schienen mir jene mit reiner Nordlage des Portales deshalb besonders beachtenswert, weil hier die gesamte Innen- (oft sogar auch Außen-) Vegetation im ausschließlichen Genuß eines rein diffusen Lichtes sich befindet, was bei anderer Exposition des Einganges meist nur für die in größerer Tiefe angesiedelten Pflanzen zutrifft.

Über die spezifische Wirkung der direkten und diffusen Strahlung auf die Pflanze ist zur Zeit noch wenig bekannt. Wiesner hat gezeigt, daß im allgemeinen dem diffusen Licht eine viel größere Bedeutung für das Leben der Pflanze zukommt, als dem direkten Sonnenlicht. Derselbe Forscher war es auch, der fand, daß es Pflanzen gibt, die wie *Reseda odorata, Impatiens Balsamina, Ipomaea purpurea, Tropaeolum maius, Lepidium sativum* in der Kultur in rein diffusem Lichte, dessen Stärke zirka $\frac{1}{4}$ des Gesamtlichtes betrug, normal blühen, feuchten und keimfähigen Samen hervorbringen, daß aber andrerseits zum Beispiel *Sedum acre* unter denselben Verhältnissen nicht zum Blühen gebracht werden kann. Für eine Erweiterung dieser Kenntnisse nun liegen die Verhältnisse in Höhlen mit Nordportalen ungemein günstig. So wurden von mir in Höhlen — bei rein diffuser Beleuchtung blühend angetroffen: *Geranium Robertianum*, in XXVIII, $L = \frac{1}{34}$, XXXVIII, $L = \frac{1}{18}$, XXXVII, $L = \frac{1}{55}$, XVIII, $L = \frac{1}{54}$ (21 *m* Tiefe), XXX, $L = \frac{1}{12}$, *Lactuca muralis*, XVIII, $L = \frac{1}{54}$ (20 *m* Tiefe), *Stellaria media*, XVIII, $L = \frac{1}{54}$ (21 *m* Tiefe), *Senecio nemorensis*, XVIII, $L = \frac{1}{54}$ (21 *m* Tiefe), *Adenostyles glabra*, XXVIII, $L = \frac{1}{34}$, *Viola biflora*, XXVIII, $L = \frac{1}{34}$, *Adoxa Moschatellina*, XXXVII, $L = \frac{1}{20}$, *Urtica dioica*, XVIII, $L = \frac{1}{54}$ (21 *m* Tiefe), XXVIII, $L = \frac{1}{34}$, *Galeobdolon luteum*, XXVIII, $L = \frac{1}{34}$, *Arabis alpina*, XXVIII, $L = \frac{1}{34}$, XXXVIII, $L = \frac{1}{18}$, XXXV, $L = \frac{1}{16}$, *Glechoma hederacea*, XXVIII, $L = \frac{1}{34}$, *Bellidiastrum Michelii*, XXXVII, $L = \frac{1}{8}$, *Saxifraga rotundifolia*, XXXII, $L = \frac{1}{8}$, XXXV, $L = \frac{1}{5 \cdot 5}$, *Saxifraga stellaris*, XXXV, $L = \frac{1}{5 \cdot 5}$, *Mercurialis perennis*, XXX, $L = \frac{1}{8}$, *Dentaria enneaphyllos*, XXXV, $L = \frac{1}{5 \cdot 5}$.

So wie sie dürften sich — nach Beobachtungen im Freien in nordseitigen Schluchten — verhalten: *Maianthemum bifolium, Asperula odorata, Oxalis Acetosella, Pirola secunda, Cardamine trifolia, Helleborus niger*. Vergleichsweise führe ich an, daß Stebler und Volkart unter ihren »lichtfürchtenden« (d. h. auf schwaches diffuses Licht angepaßten Wiesenpflanzen) u. a. *Mercurialis perennis, Glechoma*

hederacea, Viola biflora, Lathyrus vernus, unter den »lichtmeidenden« (die durch direktes Licht geschädigt werden) auch *Bellediastrum Michelii* anführen. Aber auch noch zu anderen Erwägungen gibt der Vegetationscharakter der Höhlen im allgemeinen und jener mit Nordportal im besonderen Anlaß. Nach Engelmann bringen in der Pflanze jene Strahlen die größte assimilatorische Wirkung hervor, welche zur Farbe des Assimilationsapparates komplementär sind. Stahl vertritt nun die Ansicht, daß die Pflanze ihre Assimilationsorgane stets in jener Farbe ausbilde, die zum eingestrahlten Lichte komplementär sei. Von den beiden Komponenten des Rohchlorophylls, dem Chlorophyll und Xanthophyll, befördere ersteres die Assimilation bei Beleuchtung im durchgegangenen (nach Wiesner = direktem) Lichte, letzteres bei Beleuchtung durch zerstreutes (nach Wiesner = diffuses) Licht. Das Chlorophyll vermittle demnach die Ausnutzung der Strahlen von Rot bis Gelb, die, nach Stahl, im direkten Lichte vorwiegen, während das Xanthophyll für die Ausnutzung der blauen bis violetten Strahlen, die im diffusen Lichte vorwalten, bestimmt sei. Gegen diese Auffassung hat schon Wiesner eingewendet, daß dann zum Beispiel Pflanzen nördlicher Standorte, die nur diffuses Licht erhalten, eine ganz spezifische Laubfarbe aufweisen müßten, die eben nur bei ihnen zu finden sei. Nun sind die Tundrapflanzen allerdings fahlgrün, aber dieses Grün kehrt auch bei den Pflanzen subtropischer Wüsten und Steppen, die doch einer sehr starken, direkten Insolation ausgesetzt sind, wieder. Umgekehrt hat schon Kerner (Pflanzenleben, I, 372), auf das Grün der in Höhlen, Grotten, Schächten angesiedelten Pflanzen aufmerksam gemacht, welches frischer und lebhafter sei als jenes, das dieselben Pflanzen außerhalb der Höhle zur Schau tragen. Ich kann diese Tatsache nur rückhaltlos bestätigen. (Auch *Robinia Pseudacacia* und *Amorpha fruticosa* zeigen, an Nordstandorten kultiviert, nach Wiesner daselbst ein dunkleres Grün der Blätter als in anderen Expositionen, wo auch direktes Licht Zutritt hatte.) Gerade darin liegt aber, da man nach der Stahl'schen Lehre eher eine Unterdrückung des blaugrünen Anteiles des Chlorophylls bei Höhlenpflanzen erwarten müßte, ein gewichtiges Argument gegen dieselbe. Stahl hat eben, wie Wiesner betont, eine zuweit gehende Verschiedenheit der spektralen Zusammensetzung des direkten und diffusen Lichtes, wie sie, wenigstens bis zu Reduktionen der Lichtstärke auf $\frac{1}{80}$ herab, nicht besteht, angenommen, und den Strahlen von Blau bis Violett eine dominierende Rolle im diffusen (oder Schatten) Lichte zugeschrieben, die ihnen in diesem Maße nicht zukommt. Ebenso könnte man zuungunsten der Stahl'schen Lehre das gerade für die dunkelsten Höhlenteile so konstante Auftreten der Cyanophyceen mit ihrem blaugrünen Assimilationsapparate deuten, wofür sich auch in der Flora unserer schattigen Wälder ein Analogon findet. Tragen doch manche dieser Waldschattenbewohner einen ausgesprochenen bläulichen Schimmer ihrer Blätter zur Schau, wofür *Asarum europaeum* wohl das beste Beispiel ist. In Verfolgung des Stahl'schen Ideenganges müßte man dabei aber gerade zu dem entgegengesetzten Resultate kommen, daß nämlich das stark geschwächte Licht des Waldbodens oder Höhleninnern gerade an blauvioletten Strahlen arm sei. Auffallend bleibt es immerhin, daß das schwache Höhlenlicht in größeren Tiefen ungemein langsam auf die lichtempfindlichen Papiere einwirkt und bisweilen selbst nach stundenlanger Exposition nicht einmal der Normalton erreicht wird. Andrerseits spricht der Umstand, daß positiv heliotropische Krümmungen an Stengeln von Blütenpflanzen, Farnen und Moosen in den vorderen Höhlenteilen bis zu Lichtabschwächungen von $\frac{1}{50}$ und darunter ungemein ausgeprägt sind, dafür, daß wenigstens dieses Höhlenlicht noch relativ reich an blauvioletten Strahlen sei, welche ja bekanntlich die stärkste heliotropische Wirkung ausüben. (Nach Versuchen von Wiesner werden bei niedrigen Lichtintensitäten alle Pflanzenorgane, selbst sehr lichtempfindliche, die bei größerer Lichtstärke auch auf Rotorange reagieren, nur im stark brechbaren Lichte heliotropisch.)

Über die für Höhlenpflanzen in Betracht kommenden Besiedlungsfaktoren habe ich mich bereits im ersten Teile dieser Abhandlungen geäußert. Ich fasse dieses Kapitel dahin zusammen, daß man Windverbreitung bei den beobachteten Arten von: *Chenopodium, Rumex, Urtica, Parnassia* (Samengewicht nach Kerner 0.00003 *g*), *Salix, Carpinus. Acer, Tilia, Peltaria, Campanula, Orobanche, Cirsium, Lactuca,*

Adenostyles, Taraxacum, Senecio, Tussilago, Achillea, Petasites, Bellidiastrum, Epilobium, Verbreitung durch Schleuderfrüchte bei *Oxalis, Viola, Orobus, Dentaria, Impatiens, Geranium Robertianum,* endozoische Verbreitung bei *Actaea, Berberis, Rosa, Fragaria, Sorbus, Rubus, Lonicera, Sambucus, Viburnum, Hedera, Polygonatum,* epizoische Verbreitung bei *Galium Aparine, Myosotis silvatica, Salvia glutinosa, Arctium Lappa,* synzoische Verbreitung bei *Corylus, Fagus, Quercus,* Myrmekochorie bei *Mochringia, Chelidonium, Reseda, Mercurialis, Galeobdolon, Asarum, Euphorbia, Carex* wird annehmen dürfen.

Wenn auch durch diese Untersuchungen sich die Zusammensetzung und Eigenart der grünen Höhlenvegetation allmählich zu einem abgerundeten Bilde zu verdichten beginnt, so bedarf doch diese Forschung noch der Ausgestaltung in mehr als einer Richtung. Einerseits sind, wie ich schon im ersten Teile betonte, Beobachtungen über den winterlichen Zustand der Höhlenvegetation notwendig, wenn auch schwer durchführbar. Liegen doch hierüber interessante Temperaturbeobachtungen vor. So konnte in der Höhle VI der Peggauer Wand im Winter bei strenger Kälte am Tage eine Temperatur von + 16° C beobachtet werden! In der Dachstein-Riesen-Eishöhle wurde am 24. III. 1912 bei einer Außentemperatur von — 0·5° C in der Eingangsröhre eine Temperatur von + 2° C, beim großen Abgrund von + 4° C konstatiert! Andrerseits sind, da alle bisher besuchten Höhlen ausnahmslos im Kalk liegen Beobachtungen an Höhlen, die in anderem Gesteine (Sandstein, Schiefer etc.) liegen, wünschenswert, um den Einfluß des Substrates auf die Flora kennen zu lernen. Für die von mir im ersten Teile (1911) geäußerte Ansicht, daß Höhlen als Relicten-Standorte eine besondere Bedeutung zukommen dürfte, habe ich nachträglich eine bedeutsame Bestätigung vorgefunden, indem von Loitlesberger auf der Nordseite des Matajur in 1500 *m* Seehöhe in einem Eisloch ein sonst nur hochnordisches Lebermoos, *Arnellia fennica,* gefunden wurde, und Herr Direktor Glowacki mir mitteilte, daß er in untersteirischen Höhlen *Didymodon glaucus,* das in Norwegen beheimatet ist, entdeckte. In bryologischer Beziehung dürfte überhaupt eine systematische Durchforschung speziell der Eishöhlen noch manche interessante Aufschlüsse bringen. Es obliegt mir schließlich noch die angenehme Pflicht, Herrn Direktor Glowacki für die Bereitwilligkeit, mit der er sich auch diesesmal der Bestimmung der gesammelten Höhlenmoose unterzog, aufs herzlichste zu danken.

Literaturverzeichnis.

H. Bock, G. Lahner und G. Gaunersdorfer. Höhlen im Dachstein und ihre Bedeutung für die Geologie, Karsthydrographie und die Theorien über die Entstehung des Höhleneises. Graz 1913.

G. Gaunersdorfer. Über Höhlenflora. Mitteilungen für Höhlenkunde. IV. Jahrgang. Dezember 1911. Heft 4.

R. Ott. Illustrierter Führer auf der niederösterreichisch-steirischen Alpenbahn (Mariazeller Bahn). Mit einem Plane der Ötscherhöhlen. Wien 1908.

F. Kraus. Die eherne Mark. Graz 1897.

J. Johow. Vegetationsbilder aus Westindien und Venezuela. IV. Ein Ausflug nach der Höhle del Guacharo. (Separatum.)

Drude. Deutschlands Pflanzengeographie. Ein geographisches Charakterbild der Flora von Deutschland und den angrenzenden Alpen- und Karpathenländern. I. Teil. Stuttgart 1896.

Rabenhorst. Kryptogamenflora. IV. Bd., Laubmoose. VI. Bd., Lebermoose.

F. Morton. Die Bedeutung der Ameisen für die Verbreitung der Pflanzen. Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereines an der Universität Wien. 1912. Nr. 7.

Heeg. Die Lebermoose Niederösterreichs. Berichte der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien. 1893.

Außerdem die im ersten Teile dieser Veröffentlichungen (1911) angeführten Quellen.

DIE VORFAHREN DER BARTENWALE

VON

O. ABEL

O. Ö. PROFESSOR DER PALAEONTOLOGIE AN DER WIENER UNIVERSITÄT.

Mit 12 Tafeln und 20 Textfiguren

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 24. APRIL 1913.

I. Einleitung.

Als im Jahre 1841 in den weißen Tertiärsanden von Linz in Oberösterreich ein Schädelfragment mit zwei Zähnen und mehrere Wirbel eines Wales entdeckt wurden, erregten sie sofort Aufmerksamkeit, wurden aber zunächst nicht erkannt; v. Klipstein[1] erkärte 1842 die Reste für Knochen eines Sauriers und erst im darauffolgenden Jahre gelang es Hermann v. Meyer[2], ihre Cetaceennatur nachzuweisen. Da aber zu jener Zeit von fossilen Walen und namentlich von alttertiären Walen noch sehr wenig bekannt war, so war es schwer, die systematische Stellung dieser Walform genauer zu fixieren. Grateloup hatte 1840[3] den Kieferrest eines Zahnwals aus dem Miocän von Bordeaux unter dem Namen *Squalodon* beschrieben und ihn zuerst für den Schädelrest eines Dinosauriers aus der Verwandtschaft von *Iguanodon* gehalten; aber H. v. Meyer erklärte in einem Briefe vom 23. Juli 1840, der im »Jahrbuch für Mineralogie« veröffentlicht wurde, daß *Squalodon* eine Cetaceengattung aus der Gruppe der fleischfressenden Wale sei. Als H. v. Meyer Kenntnis von dem Linzer Funde erlangte und Gelegenheit erhielt, ihn näher zu untersuchen, hielt er die Ähnlichkeit der Zähne des Schädelrestes von Bordeaux und des Fundes von Linz für ausreichend, um beide Reste zu einer Art, *Squalodon Grateloupii*, zu vereinigen.

Seit dieser Zeit wurde von allen Forschern, die sich mit der Untersuchung der verschiedenen Walreste aus dem Linzer Tertiär beschäftigten, daran festgehalten, daß der 1841 gefundene Schädelrest sowie ein zweites, im Jahre 1847 entdecktes Schädelfragment, ferner mehrere 1867 gefundene lose Zähne und einige zusammen mit dem ersten Schädelreste im Jahre 1841 entdeckte Wirbel zu der Gattung *Squalodon* gehören. P. J. van Beneden[4] trennte die Linzer Funde von *Squalodon Grateloupii* unter dem Namen

[1] V. Klipstein: Karsten's und Dechen's Archiv, XVI. Bd., 2, Berlin, 1842, p. 664.

[2] H. v. Meyer: Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1843, p. 704.

[3] J. P. S. Grateloup: Description d'un fragment de machoîre fossile d'un genre nouveau de Reptile (Saurien) de taille gigantesque de *l'Iguanodon*, trouvé dans le grès marin à Léognan près de Bordeaux. — Actes Acad. Sci. Bordeaux, Mai 1840, p. 208. — Kurzer Auszug in einem Briefe Grateloup's an Prof. H. G. Bronn im Neuen Jahrbuch f. Min., 1841, p. 830 bis 832.

[4] P. J. van Beneden: Recherches sur les Squalodons. — Mémoires Acad. R. de Belgique, XXXV, Bruxelles, 1865, p. 72, Pl. II, III.

Squalodon Ehrlichii ab; dieselbe Bezeichnung hat 1868 E. Sueß[1] angewandt und seither erscheint in der palaeontologischen Literatur diese Art stets als *Squalodon* angeführt. Als 1910 ein prachtvoll erhaltener Walschädel in den weißen Sanden des Bauernberges in Linz entdeckt wurde, beschrieb ihn A. König[2] 1911 als neuen Fund von *Squalodon Ehrlichii.*

Die der Mitteilung A. König's beigegebenen Abbildungen ließen mich sofort erkennen, daß dieser Fund von außerordentlicher wissenschaftlicher Bedeutung sei. Ich reiste im Jänner 1912 nach Linz, um den Schädel zuerst an Ort und Stelle zu studieren; die Direktion des Museums »Francisco-Carolinum« in Linz übersandte mir später den Fund zu weiteren eingehenderen Vergleichen nach Wien. Ich ergreife an dieser Stelle die Gelegenheit, um der Direktion des Linzer Museums für die Überlassung dieses Schädels zur näheren Untersuchung meinen verbindlichsten Dank zu sagen.

Schon im Jahre 1903 hatte ich den im Jahre 1841 entdeckten und im »Francisco-Carolinum« in Linz aufbewahrten Schädelrest des *„Squalodon" Ehrlichi* untersucht und war schon damals auf einige Merkmale aufmerksam geworden, die eine offenkundige Ähnlichkeit mit typischen Kennzeichen der Bartenwale aufwiesen. Der mangelhafte Erhaltungszustand und das Fehlen vieler wichtiger Schädelteile hielt mich jedoch davon ab, die Konsequenzen dieser Beobachtungen zu ziehen. Nunmehr liegt ein fast vollständiger, sehr gut erhaltener Schädel derselben Art vor, welcher nicht nur in klarster Weise typische Bartenwalmerkmale zeigt, sondern auch unzweifelhafte Merkmale der Archaeoceten besitzt. Eine eingehende Untersuchung dieses Restes brachte das überraschende Ergebnis, daß wir in diesem primitiven Wal ein geradezu ideales Bindeglied zwischen Urwalen und Bartenwalen zu erblicken haben, das einer von den Squalodontiden vollständig abweichenden Stammesreihe angehört.

Die bisher viel umstrittene, dunkle Frage nach der Herkunft der Bartenwale erscheint durch diesen Fund endgültig gelöst und ich werde im folgenden zu zeigen versuchen, auf welchen Wegen die Umformung der Urwale zu den Bartenwalen vor sich gegangen ist.

Außer diesem wichtigen »Missing link« zwischen Archaeoceten und Mystacoceten sind aber in dem weißen Sande von Linz, dessen Alter oberoligocän ist, schon in alter Zeit weitere Funde von Walen gemacht worden. Ein gut erhaltenes Schädelfragment, das die Schädelkapsel eines Wales umfaßt, ist schon 1849 von H. v. Meyer als *Balaenodon Lintianus*, später (1861) von P. J. van Beneden als *Aulocetus Lintianus* (später in *lentianus* geändert) beschrieben worden. Die ganz richtige Beobachtung H. v. Meyer's aus dem Jahre 1850, daß dieser Schädelrest eine auffallende Ähnlichkeit mit *Zeuglodon* besitze, ist später kaum mehr beachtet worden. Seither gilt *Aulocetus* als typischer Bartenwal.

Außerdem liegt aber noch ein weiterer, sehr wichtiger Schädelrest aus den Linzer Sanden vor, der 1847 entdeckt und von H. v. Meyer als das Hinterhaupt von *Squalodon Grateloupi* bestimmt wurde. Diese Auffassung hat auch C. Ehrlich geteilt, der im Februar 1848 eine Abbildung des Schädelrestes (Fund 1841) mit der Abbildung des Hinterhauptes (Fund 1847) zu einem Schädel kombinierte. Van Beneden ist 1865 diesem Beispiel gefolgt. Erst J. F. Brandt, der 1873 noch derselben Ansicht wie H. v. Meyer, C. Ehrlich und P. J. van Beneden über die Zusammengehörigkeit beider Schädelreste war, trennte 1874 das 1847 gefundene Hinterhaupt als »*Squalodon incertus?*« von *Squalodon Ehrlichi* ab.

Ist auch dieses 1847 gefundene Schädelfragment nicht von der gleichen Bedeutung wie der 1910 aufgefundene prächtige Schädel, so ergänzt er den letzteren Fund doch in mannigfacher Hinsicht und ist gleichfalls geeignet, auf die Frage der Herkunft der Bartenwale von den Archaeoceten ein Licht zu werfen.

---

[1] E. Sueß: Neue Reste von *Squalodon* aus Linz. — Jahrbuch d. k. k. Geol. Reichsanst., Wien, XVIII. Bd., 1868, p. 287, Taf. X.

[2] A. König: Ein neuer Fund von *Squalodon Ehrlichii* in den Linzer Sanden. — Jahresberichte d. Ver. »Francisco-Carolinum« in Linz, 1911, p. 1 bis 13, Taf. I.

II. Geschichte der Linzer Walfunde.

1841. Fund eines Schädelfragmentes mit zwei wohlerhaltenen Zähnen im linken Oberkiefer; mehrere Wirbel.

1842. Von Klipstein (Karsten's und Dechen's Archiv, XVI, 2, Berlin, p. 664).

Erster Bericht über den Fund von 1841 [Kopf eines Sauriers (?) und eine Reihe Wirbel von beträchtlichem Umfange].

1843. H. v. Meyer (Neues Jahrbuch, p. 704).

Die Reste gehören keinem Saurier an, sondern sind Schädelfragmente von *Squalodon Grateloupi* H. v. Mey., einem fleischfressenden Wal.

1847. H. Meyer (Neues Jahrbuch, p. 189).

Mitteilung über einen zweiten Schädelfund: Hinterhaupt von *Squalodon Grateloupi.* Zu derselben Art vielleicht noch ein Gehörknochen zu stellen; die Wirbel von 1841 sowie ein einzelner, einwurzliger Zahn gehören einer zweiten Walart an, deren Schädel noch unbekannt ist. Der in späterer Zeit vielbesprochene Atlas wird hier zuerst erwähnt.

1848. C. Ehrlich (Berichte über die Mitteilungen von Freunden der Naturwissenschaften in Wien, Versammlung am 25. Februar 1848; IV. Bd., p. 197, Textfig.).

Beschreibung und Abbildung der Schädelfunde von 1841 und 1847; Wiederholung der Mitteilung v. Meyer's über den zweiten Schädelfund, daß derselbe »sich mehr den pflanzenfressenden Cetaceen als den Delphinen nähere.« Erwähnung von zwei Gehörknochen; der erste gehört zu *Squalodon Grateloupi*, der zweite ist noch unbestimmt.

1849. H. v. Meyer (Neues Jahrbuch, p. 549).

Außer *Squalodon Grateloupi* liegt aus den Linzen Sanden der Schädel einer anderen Art vor, für die der Name *Balaenodon Lintianus* (n. sp.) vorgeschlagen wird. Die Wirbel des Fundes von 1841 gehören dieser Art an, der 1847 erwähnte einzelne Zahn dagegen nicht. (Wahrscheinlich fällt der Fund des Schädels von *Balaenodon Lintianus* in das Jahr 1849.)

1849. J. Müller (Über die fossilen Reste der Zeuglodonten von Nordamerika etc., Berlin, 1849, p. 29.

Die 1841 gefundenen Wirbel gehören zu *Zeuglodon,* ebenso der Schädelrest des Fundes von 1841 (Abbildung der beiden Zähne auf Taf. XXIII, Fig. 7).

1850. H. v. Meyer (Neues Jahrbuch, p. 201).

Der Schädel von *Balaenodon Lintianus* besitzt mehr Ähnlichkeit mit *Zeuglodon* als jener von *Squalodon.* Zu *Balaenodon Lintianus* gehören die Wirbel des Fundes von 1841 sowie zwei Gehörknochen.

1850. C. Ehrlich (Über die nordöstlichen Alpen. Linz, 1850, p. 12, 3 Holzschnitte).

Beschreibung und Abbildung der Schädelfunde von 1841 und 1847.

1854. C. Ehrlich (Geognostische Wanderungen in die nordöstlichen Alpen. Linz, 1854, p. 82, Taf. II bis IV).

Kurze Erwähnung der Walfunde, Abbildung derselben. Erste Abbildung von *Balaenodon Lintianus.*

1855. C. Ehrlich (Beiträge zur Paläontologie und Geognosie von Oberösterreich und Salzburg. 15. Bericht des Museums »Francisco-Carolinum« in Linz, 1855, p. 8 bis 10).

Kurze Beschreibung der Walfunde.

1861. P. J. van Beneden berichtet in der Sitzung der belgischen Akademie in Brüssel am 16. Dezember über seine während eines kurzen Aufenthaltes in Linz ausgeführten Untersuchungen über die Walfunde (Bull. Acad. Roy. Belg. (2), XII, 1862, No. 12, p. 479).

Das Owen'sche Genus *Balaenodon* ist den Ziphiiden einzureihen; *Balaenodon Lintianus* ist der Vertreter einer neuen Gattung *Aulocetus*.

1865. P. J. van Beneden (Recherches sur les Ossements provenant du Crag d'Anvers. — Les Squalodons. — Mém. Acad. Roy. Belg., XXXV, 1865, p. 72, Pl. II, III, IV, mehrere Textfig.).

Der 1861 errichtete Gattungsname *Aulocetus* wird in *Stenodon* abgeändert; *Stenodon* wird neben *Squalodon* und *Zeuglodon* in die Familie der Zeuglodonten eingereiht. Der Artname wird aus *Lintianus* in *lentianus* und *lentianum* abgeändert. Grundlagen der Gattung und Art sind: der von H. v. Meyer 1849 beschriebene Schädelrest, eine Bulla und der einzelne Zahn, der zuerst 1847 erwähnt wird, nach H. v. Meyer aber nicht mit *Balaenodon Lintianus* zu vereinigen ist. Ferner sollen nach van Beneden Fragmente eines Unterkiefers sowie mehrere, angeblich 1847 gefundene Wirbel derselben Art angehören (zwei coossifizierte und ein freier Halswirbel, zwei Lendenwirbel und zwei Caudalwirbel). Diese Wirbel sind nach van Beneden dieselben, welche J. Müller 1849 für Wirbel eines *Zeuglodon* erklärt hatte; somit sind es die schon 1841 mit dem Schädel von *Squalodon Grateloupi* aufgefundenen Wirbel, die zuerst v. Klipstein 1842 erwähnt.

Für die Squalodonreste stellt van Beneden die neue Art *Squalodon Ehrlichii* auf. Grundlage dieser Art ist der Schädelrest des Fundes von 1841, der Schädelrest des Fundes von 1847, zwei isolierte »caniniforme« Zähne und ein »Prämolar«, ein freier Halswirbel, mehrere Dorsalwirbel und Lendenwirbel.

1867. Felix Karrer erhält von Arbeitern der städtischen Sandgrube in Linz zwei isolierte Zähne und ein Kieferfragment mit einem Backenzahn eines *Squalodon*.

1868. E. Sueß (Neue Reste von *Squalodon* aus Linz. — Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., Wien, XVIII., 1868, p. 287, Taf. X.).

Die von Karrer gesammelten Reste werden als *Squalodon Ehrlichi* beschrieben und sorgfältig abgebildet. E. Sueß macht auf einige Unterschiede der neuen Funde gegenüber den seit 1841 bekannten Zähnen aufmerksam.

1871. J. F. Brandt (Bericht über den Fortgang meiner Studien über die Cetaceen, welche das große zur Tertiärzeit von Mitteleuropa bis Zentralasien hinein ausgedehnte Meeresbecken bevölkerten. — Mélanges biologiques, Bull. Acad. Imp. Sci. St. Pétersbourg, VIII, 12. Sept. 1871, p. 196).

Balaenodon lintianus ist ein Bartenwal, der mit *Cetotherium* verwandt ist. Die Gattung wird in *Cetotheriopsis* umgetauft; ihre Grundlage sind der 1849 von H. v. Meyer beschriebene Schädel (= *Aulocetus* 1861 = *Stenodon* 1865), zwei Oberkieferfragmente sowie mehrere Wirbel, unter ihnen der »zum Schädel passende Atlas« (vgl. v. Meyer, 1847).

1873. J. F. Brandt (Untersuchungen über die fossilen und subfossilen Cetaceen Europas. — Mém. Acad. Imp. Sci. St. Pétersbourg, (VII), XX, No. 1; vorgelegt am 8. Februar 1872).

Zu *Cetotheriopsis linziana* stellt Brandt außer den 1871 angeführten Resten eine Bulla. Die Wirbelreste umfassen den erwähnten Atlas, drei Lendenwirbel und drei Schwanzwirbel.

Zu *Squalodon Ehrlichii* stellt Brandt den Schädel (Fund von 1841), den zweiten Schädelrest (Fund von 1847), drei Bullae, mehrere isolierte Zähne und mehrere Wirbel. Auf p. 326 sagt Brandt, daß fünf dieser Wirbel von ihm, p. 42 bis 44, zu *Cetotheriopsis* gestellt worden seien, doch »könnten übrigens alle erwähnten Wirbel *Squalodon Ehrlichii* angehört haben«. In der Tafelerklärung zu Taf. XVIII (p. 354) werden diese Wirbel bereits als »*Squalodon Ehrlichii* van Bened.?« angeführt.

Der einzelne, zuerst 1847 von H. v. Meyer erwähnte Zahn, den er 1849 von *Balaenodon Lintianus* abtrennte, war von van Beneden 1865 wieder mit *Stenodon* (= *Balaenodon Lintianus* v. Mey. = *Aulocetus lentianus* van Ben.) vereinigt worden; Brandt stellt ihn (p. 324) zu *Squalodon Ehrlichii.*

In einem Anhang (p. 333) bespricht Brandt neuerlich die Gattung *Stenodon* und erklärt, daß er die fraglichen Wirbel nunmehr »lieber dem *Squalodon Ehrlichii* zuschreiben möchte«. Die angeblich neu entdeckten Oberkieferfragmente von *Cetotheriopsis* (p. 42) sind die von van Beneden als Unterkieferreste bestimmten Bruchstücke.

1874. J. F. Brandt (Ergänzungen zu den fossilen Cetaceen Europas. — Ibidem, XXI, No. 6, 1874, vorgelegt am 18. Dezember 1873, p. 6 bis 11, 33 bis 45).

Die im Jahre 1873 von Brandt neuerlich aufgenommenen Untersuchungen über die Linzer Wale veranlaßten ihn zu einigen wesentlichen Korrekturen der 1873 veröffentlichten Anschauungen.

Die Gattung *Cetotheriopsis* hält Brandt aufrecht, betont aber jetzt ihre nahe Verwandtschaft mit *Cetotherium* und den Balänopterinen, während er 1873 für den Linzer Bartenwal eine eigene Unterfamilie errichtet hatte. Eines der Oberkieferfragmente wird jetzt als Scapula beschrieben (p. 6). Auf derselben Seite spricht Brandt von Knochenresten, die »ohne Frage« zu *Cetotheriopsis* gehören (Bulla, Unterkieferfragment, vier Wirbel, Rippenfragment), während er schon p. 7 dieselben Reste als »mutmaßlich *Cetotheriopsis* angehörige Knochen« bespricht. Die Bulla ist dieselbe, welche Brandt 1873 als einen Rest von *Squalodon Ehrlichii* beschrieb und abbildete [Taf. XXXI, Fig. 6, 7 (1873) = Taf. I, Fig. 1 bis 3 (1874)].

Der vielbesprochene Atlas wird jetzt zu *Squalodon Ehrlichii* gestellt. Mehrere Reste (das 1847 gefundene Hinterhaupt eines Wales, eine Bulla und ein Lendenwirbel) werden als fragliche Art *(Squalodon incertus?)* von *Squalodon Ehrlichii* abgetrennt, ebenso eine »noch sehr fragliche Art«, die »vielleicht von *Squalodon Ehrlichii* abweicht« (p. 42), als *Squalodon hypsispondylus?* unterschieden; ihre Grundlage ist ein isolierter Schwanzwirbel.

1875. P. J. van Beneden (Les Ossements fossiles du Genre Aulocète au Musée de Linz. — Bull. Acad. Roy. Belg. (2), XL, No. 11, November 1875, p. 537).

Der Gattungsname *Aulocetus* wird aufrechterhalten. Van Beneden überprüfte seine früheren Studien im Herbste 1874 in Linz und kam zu dem Ergebnisse, daß die von Brandt zu *Squalodon Ehrlichii* gestellten Wirbel zu *Aulocetus* gehören, und zwar zu demselben Individuum wie der Schädel. Der Atlas besitzt keine Zeuglodontenmerkmale, sondern ähnelt in jeder Beziehung dem Typus der Furchenwale. Die Reste der Wirbelsäule umfassen nach van Beneden folgende Wirbel: Atlas, ein mittlerer Halswirbel, zwei Dorsalwirbel, fünf Lendenwirbel, sieben Schwanzwirbel. Die Gesamtlänge des Tieres wird auf sechs Meter geschätzt.

1903. E. v. Stromer (*Zeuglodon*-Reste aus dem oberen Mitteleocän des Fajûm. — Beitr. z. Palaeont. u. Geol. Öst.-Ung. u. d. Orients, XV, 2. u. 3. Heft, p. 86, 95, 98).

Stromer hebt die Ähnlichkeit der angeblichen Wirbel von *Squalodon Ehrlichii* mit *Zeuglodon* hervor, die namentlich in der starken Entwicklung der Processus obliquomamillares der Schwanzwirbel zum Ausdrucke kommt.

1907. F. W. True (Remarks on the Type of the Fossil Cetacean *Agorophius pygmaeus* Müller. — Smithson. Instit., No. 1694, 4°, Washington, 1907, p. 6, 7).

True macht auf die Ähnlichkeit zwischen den Schädeln von *Agorophius pygmaeus* und *Squalodon Ehrlichii* aufmerksam und hebt namentlich die ähnliche Form des Rostrums hervor.

Nach True könnte eine mit *Agorophius* näher verwandte Form der Ahne von *Squalodon Ehrlichii* sein.

1908. E. v. Stromer (Die Archaeoceti des ägyptischen Eocäns. — Beiträge zur Palaeont. u. Geol. Öst.-Ung. u. d. Orients, XXI, p. 173).

Squalodon Ehrlichii zeigt in seinen Wirbeln eine bemerkenswerte Ähnlichkeit mit Archaeoceten.

1911. A. König (Ein neuer Fund von *Squalodon Ehrlichii* in den Linzer Sanden. — Jahresberichte des Ver. »Francisco-Carolinum« in Linz, p. 1—13, Taf. I).

Ein neuer Schädelfund in den Linzer Sanden des Bauernberges in Linz wurde von Baudirektor Kempf dem Museum »Francisco-Carolinum« in Linz zum Geschenke gemacht. Professor Dr. A. König stellte die zahlreichen Fragmente, in die der Schädel zerfallen war, wieder zusammen und beschrieb den Schädel als *Squalodon Ehrlichii*.

III. Beschreibung von Patriocetus Ehrlichi van Ben.

Patriocetus nov. gen.

Patriocetus Ehrlichi van Beneden sp. 1865.

Synonyme.

Squalodon Grateloupi H. v. Meyer, 1843 (errore).

Zeuglodon spec. Joh. Müller, 1849.

Squalodon Ehrlichii P. J. van Beneden, 1865.

Squalodon linzianus J. F. Brandt, 1871, l. c., p. 196.

Type.

Der im Jahre 1841 entdeckte und zuerst von H. v. Meyer beschriebene Schädelrest. Die seinerzeit zu derselben Art gestellten Wirbel (drei Lumbarwirbel und drei Caudalwirbel) sind als *Patriocetus Denggi* n. sp. abzutrennen (p. 40 bis 45 [194 bis 199]). Aufbewahrungsort: Museum »Francisco-Carolinum« in Linz.

Cotype I.

Die im Jahre 1867 von Felix Karrer gesammelten zwei isolierten Backenzähne und ein Kieferfragment mit einem Backenzahn in situ. Aufbewahrungsort: K. k. naturhistorisches Hofmuseum in Wien.

Cotype II.

Der im Jahre 1910 entdeckte, fast vollständige Schädel und Reste des Unterkiefers. Aufbewahrungsort: Museum »Francisco-Carolinum« in Linz.

Fundort.

Linz in Oberösterreich.

Geologisches Alter.

Obere Grenze des Oberoligocäns gegen das Miocän.

Lagerungsverhältnisse.

Alle Reste in dem grauen bis weißen Sand gefunden, der aus scharfkantigen, groben Quarzkörnern besteht und eine Strandablagerung des Meereskanals am Außensaume der Alpen darstellt. Die Unterlage des Sandes bildet Granitfelsen. Cotype II wurde fast unmittelbar über dem Granit gefunden.

Erhaltungszustand.

Knochen von graugelber bis graubrauner Farbe, ziemlich fest, aber von zahlreichen Sprüngen durchzogen, so daß die Schädelreste nur in Trümmern ausgegraben werden konnten. Cotype II (Fund des Jahres 1910) sehr gut erhalten, Schädel fast vollständig, Unterkiefer nur fragmentarisch (rechter Kieferast fehlt). Knochen mit fest anhaftenden Sandkörnern bedeckt; beim Abpräparieren der Körner bleibt ihr Eindruck auf der Knochenoberfläche zurück. Zähne mit schwarz bis dunkelgrau gefärbtem Schmelz, sehr spröde und leicht zerbrechlich.

Diagnose.

Schädel und Unterkiefer fast vollständig, Gebiß nur unvollständig bekannt. Rostrum im Profil geradegestreckt; von oben gesehen dreieckig, von der Antorbitallinie aus gegen vorn zu sich langsam verjüngend; Außenrand des Oberkiefers ein wenig ausgebaucht. Äußere Nasenöffnung weiter nach hinten verschoben als bei *Zeuglodon*. Nasenbeine unvollständig erhalten, aber wahrscheinlich $^{11}/_{100}$ der Schädellänge. Supraorbitalplatte hauptsächlich vom Frontale gebildet; das in der Antorbitalecke vom Supramaxillare unterschoben wird; die hintere Ecke der Supraorbitalplatte vom Parietale gebildet. Schädelkapsel breiter als bei *Zeuglodon*, in der Mitte ein horizontales Dach bildend, an dessen Zusammensetzung die Frontalia und Parietalia teilnehmen. Supraoccipitale quadratisch, stark ausgehöhlt, Seitenflügel stark emporgezogen; Hinterhaupt schräg nach vorn gerichtet. Schädelkapsel sehr niedrig, an *Agorophius* erinnernd. Crista sagittalis fehlt; horizontaler Abschnitt des Schädeldaches sockelartig über die Supraorbitalplatten vorragend, seitlich gegen die großen und sehr weiten Temporalgruben durch eine Leiste begrenzt. Hinterer Abschluß der Temporalgrube durch eine scharfe Leiste markiert, die sich bis auf den Jochfortsatz des Squamosums fortsetzt. Hinterer Bodenteil der Temporalgrube durch einen scharfrandigen Kamm von der Schädelbasis getrennt. Palatina ebenso geformt wie bei *Zeuglodon*, gegen hinten in Dreieckform zusammenstoßend, in der Mittellinie fest aneinanderschließend. Basioccipitale mit großen, ungespaltenen Lateralflügeln. Pterygoid das Alisphenoid und Orbitosphenoid überdeckend. Petrosum mit dem Mastoideum vereinigt, in geschlossener Grube liegend, die vom Squamosum und Exoccipitale gebildet wird; Meatus acusticus internus in das Foramen lacerum posterius mündend. Mastoid zwischen Exoccipitale und Squamosum eingekeilt. In der Hirnhöhle nehmen die Lobi olfactorii einen großen Raum ein und reichen weit nach vorn. Unterkiefer mit niedrigem Processus coronoidalis, Symphyse verkürzt, Äste nicht verschmolzen. Gelenkkopf des Unterkiefers wie bei Balaenopteriden geformt. Gebiß unvollständig bekannt. Gebißformel: $\frac{3.1.4.3}{3.1.4.3}$. Die vorderen vier Zähne (oben) einwurzlig, die hinteren sieben zweiwurzlig; der obere P_4 und M_1 mit deutlicher dritter Wurzel, die aber mit der vorderen Wurzel an deren Innenseite fest verschmolzen ist. Vordere vier Zähne einspitzig, mit kegelförmiger (I_1) oder lateral komprimierter Krone (I_2, I_3, C), die drei letztgenannten stark gebogen, der erste Schneidezahn mit geradegestreckter Achse. Die sieben Backenzähne mit kleiner, breit dreieckiger, lateral komprimierter Krone, die außer der Hauptspitze vorn und hinten je drei Nebenzacken, im ganzen also sieben Spitzen trägt. Kronen hoch über den Kieferrand vorstehend, unterhalb der Basis eingeschnürt; Wurzeln rettigartig verdickt. Die Achsen der unteren Backenzähne stehen schräge von vorn unten nach hinten oben, die Achsen der oberen Backenzähne, besonders die der vorderen, von hinten oben nach vorn unten. Gesamtcharakter des Gebisses: im Stadium der Reduktion.

A. Beschreibung des Schädels der Cotype II.

(Taf. I, II, III, IV, Fig. 1, VI, XI, XII, Fig. 1; Textfig. 1 bis 10).

1. Supramaxillare.

Die beiden Oberkiefer des Schädels sind vorzüglich erhalten und trotz des hohen Alters des Individuums deutlich gegen die anstoßenden Knochen abgegrenzt, so daß ihr Verlauf klar verfolgt werden kann.

Das äußerste Ende der Oberkieferknochen fehlt, doch läßt sich aus der allgemeinen Form und Verjüngung des Rostrums gegen vorn mit Sicherheit darauf schließen, daß nur ein wenige Zentimeter langes Stück am Vorderende des Rostrums zu ergänzen ist.

Die Grenze zwischen dem Praemaxillare und Supramaxillare ist auf der Oberseite des Rostrums sehr deutlich zu verfolgen, da beide Knochen durch eine tiefe Rinne getrennt sind. Der Zwischenkiefer legt sich im Rostralabschnitt in seiner ganzen Länge über den Oberkiefer.

Der Verlauf der Grenze zwischen dem Praemaxillare und Supramaxillare auf der Oberseite des Rostrums ist folgender. Von der Spitze des Rostrums aus läuft der Außenrand des Zwischenkiefers fast parallel mit dem Außenrande des Rostrums, so daß in der Oberansicht des Schädels der äußere Rostralteil im Vorderabschnitte des Rostrums von einem fast gleich breiten Bande des Oberkiefers gebildet wird. Etwa 10 *cm* vor der Antorbitallinie ändert sich jedoch die Richtung dieser Grenzlinie; sie wendet sich in scharfer Knickung gegen die Mittellinie des Schädels und zieht von hier an in unregelmäßigem, beiderseits ein wenig verschiedenem, wellenförmigem Verlauf gegen die Höhe des Schädeldaches.

Während bei den echten Zahnwalen ausnahmslos der Oberkiefer den Zwischenkiefer begleitet, das Orbitaldach des Frontale überschiebt und bis auf das Schädeldach hinaufreicht, sehen wir den Oberkiefer bei *Patriocetus* in der Antorbitallinie von der Oberseite des Schädels verschwinden. In einem nach vorn gewölbten Bogen wendet sich die hintere Grenznaht des Oberkiefers vom Praemaxillare weg nach außen und läuft gegen die Antorbitalkerbe zu, in welcher der Oberkiefer von der Oberseite des Schädeldaches verschwindet. Er legt sich an dieser Linie schief unter das Frontale, überschiebt also das Orbitaldach nicht wie bei den Zahnwalen (zum Beispiel bei *Squalodon* und allen jüngeren Odontoceten, aber selbst schon bei den Archaeocetengattungen *Agorophius* und *Prosqualodon*), sondern unterteuft das Frontale in ganz derselben Weise, wie dies bei allen Bartenwalen der Fall ist.

Während aber bei einzelnen Bartenwalen wie bei *Balaenoptera* und *Megaptera* noch ein schmaler, langgestreckter Fortsatz des Oberkiefers den Zwischenkiefer bis zu seinem hinteren Ende begleitet, fehlt dieser Fortsatz bei *Patriocetus* gänzlich und der Zwischenkiefer grenzt von der Antorbitallinie angefangen bis zu seinem Hinterende unmittelbar an das Frontale, so daß also bei *Patriocetus* in dieser Hinsicht die gleichen Verhältnisse wie bei *Rhachianectes glaucus* vorliegen. Bei den echten Balaeniden ist diese Region ganz anders gebaut.

Ein kleines Stück hinter der Stelle, wo die Grenznaht zwischen Praemaxillare und Supramaxillare den besprochenen Knick zeigt, ist der Oberkiefer von einem größeren und einem kleineren Blutgefäßloch durchbohrt. Auf dem linken Oberkiefer geht an dieser Stelle ein Bruch durch, so daß die Gefäßlöcher nicht nachweisbar sind (Taf. I).

Auf der Gaumenseite bilden die Oberkiefer eine langgestreckte, dreieckige Platte, die in ihrem vorderen Abschnitte vollkommen flach ist. Gegen hinten zu wölbt sich der mittlere Abschnitt beider Kiefer ein wenig gegen unten und diese Wölbung wird um so stärker, je mehr sich die Oberkiefer der Palatinalnaht nähern, die infolge des hohen Alters des Tieres fast gänzlich obliteriert und daher nur undeutlich zu verfolgen ist. Jedenfalls ist ganz klar zu sehen, daß die Verhältnisse dieses Schädelabschnittes mit jenen der Archaeoceten, insbesondere mit *Zeuglodon Osiris*, übereinstimmen, während bei den Bartenwalen diese Region total verschieden gebaut ist. Im vorderen Abschnitte des Palatinalabschnittes der Supramaxillaria wird zwischen ihnen in der Mittellinie auf eine Länge von etwa 5 *cm* die Unterkante des Vomer sichtbar (Taf. II).

2. Praemaxillare.

Das auffallendste Merkmal der Zwischenkiefer ist die Form und Ausbildung des proximalen, schmalen Keiles, der sich von der Trennungsstelle des Oberkiefers vom Zwischenkiefer gegen das Schädeldach hinaufzieht (Taf. I und VI).

In der Mittellinie stehen die Zwischenkiefer weit voneinander ab, so daß die weite, vom Vomer gebildete Rinne ihrer ganzen Länge nach sichtbar ist. Jeder Zwischenkiefer bildet im Rostralabschnitt eine langgestreckte, nach hinten langsam, aber stetig an Breite zunehmende Knochenspange; im vorderen Teile stark gewölbt, wird sie in halber Rostrallänge etwas flacher und enthält eine in der hinteren Hälfte des Rostrums gelegene lanzenspitzenförmige Einsenkung an der Innenseite, deren Spitze nach vorn sieht. In dieser Einsenkung des Praemaxillare, die sich bei den meisten Walen, wenn auch in anderer Form, wiederfindet, treten Blutgefäßkanäle aus, deren Mündungen als Foramina infraorbitalia bezeichnet zu werden pflegen.

Der äußere Abschnitt des Zwischenkiefers erscheint von hier an gegen hinten durch eine Rinne vom inneren Abschnitt getrennt. Diese Rinne wendet sich in schwacher Bogenkrümmung nach außen, so daß der äußere Spangenteil des Praemaxillare stark verengert wird, und setzt sich, rechterseits stets deutlich bleibend, links auf eine kurze Strecke unterbrochen, bis zum Ende des Zwischenkiefers fort, wobei sie immer tiefer wird.

In diese Spalte des Zwischenkiefers keilt sich ein senkrecht stehendes Knochenblatt ein, das einen Bestandteil des Frontale bildet. Das Frontale ist also mit dem Zwischenkiefer bei *Patriocetus* in ähnlicher Weise verbunden, wie dies bei einigen *Balaenoptera*-Arten, bei *Rhachianectes* usw. der Fall ist.

Der vorspringende Keil des Frontale teilt somit den proximalen Fortsatz des Zwischenkiefers in zwei Teile, deren innerer weiter nach hinten reicht als der äußere. Während der innere einen stark aufgetriebenen Wulst bildet, fällt der äußere Teil fast senkrecht zur tiefer liegenden Orbitalplatte des Frontale ab (Taf. III, Fig. 1; Taf. XII, Fig. 1).

3. Nasale.

Die Nasenbeine sind bei dem sonst vortrefflich erhaltenen Schädel leider größtenteils verlorengegangen. Nur vom rechten Nasale ist noch ein Fragment des hintersten Abschnittes erhalten, aus dem sich erschließen läßt, daß die Oberfläche des Knochens ein vollkommen flaches Dach über dem Hinterende der Nasenöffnung bildete. Nach den vorhandenen Bruchstellen und Ansätzen an die Praemaxillaria konnte der Umriß der Nasenbeine mit ziemlicher Genauigkeit ermittelt und diese ergänzten Umrisse der Nasenbeine in der Rekonstruktion des Schädels zum Ausdrucke gebracht werden (Taf. VI).

4. Frontale, Orbitosphenoid und Alisphenoid.

Die Frontalia zerfallen auf der Schädeloberseite in zwei scharf voneinander getrennte Abschnitte: erstens in einen erhöhten Sockel in der Mittellinie des Schädels, und zweitens in die mit sanfter Neigung nach vorn und außen abfallenden Platten, welche die Orbita überdecken (Taf. I und VI).

Da infolge des hohen Alters des Individuums fast alle Schädelnähte obliteriert sind, so war es erst nach langwierigen Untersuchungen möglich, die genauen Grenzen der Frontalia gegen die Parietalia festzustellen.

Der mediane Sockel der Frontalia läßt die Mittelnaht noch erkennen; sie ist indessen nicht so klar zu verfolgen wie die Verwachsungstelle zwischen Frontalia und Parietalia, die quer über das Schädeldach zieht. Der mediane Sockel wird am Außenrande durch den weit nach hinten geschobenen Keil der Praemaxillaria begrenzt, die bis zur Parietalnaht reichen. Dieser hinterste Teil der Zwischenkiefer trennt somit den Mediansockel von dem viel tiefer liegenden Supraorbitalabschnitt.

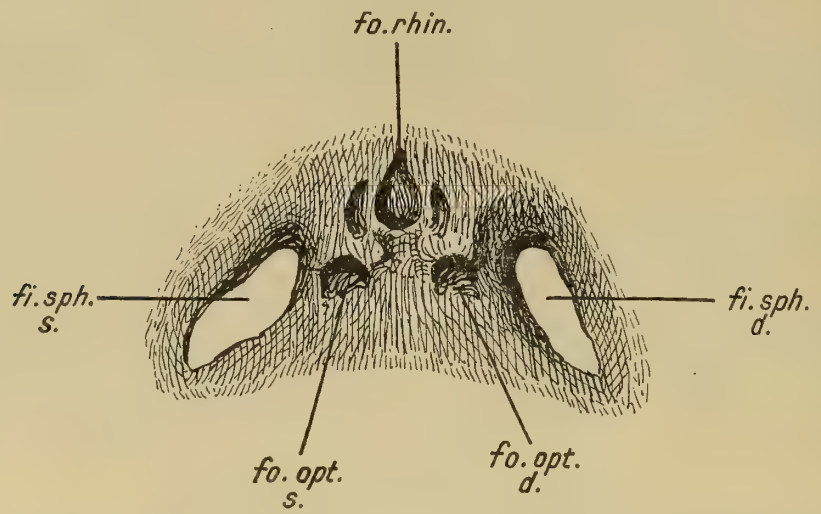
Der Mediansockel der Frontalia ist vollkommen flach und liegt in derselben Ebene wie die Oberfläche der Nasalia und des Medianabschnittes der Parietalia.

Die Quernaht, welche im Bereiche des Mediansockels die Frontalia von den Parietalia trennt, setzt sich auch auf das hinterste Ende der Supraorbitalplatten fort, die somit nicht allein von den Frontalia gebildet werden. Das kleine Dreieck zwischen dem Lateralkamm des Mediansockels des Schädeldaches, dem Hinterrand der Supraorbitalplatte und der Quernaht des Frontale wird von einem Flügel des Parietale gebildet. Wir werden bei *Agriocetus* ganz ähnliche Verhältnisse wiederfinden (Taf. VII).

Der Lateralkamm, welcher den Mediansockel jederseits begrenzt, setzt sich zwar auch auf die Parietalia fort, ist aber hier nur mehr schwach angedeutet, da die Lateralflügel der Parietalia nicht so steil nach außen abfallen wie die Lateralflügel der Frontalia. Die Supraorbitalplatte zieht sich mit ihrem hinteren Ende gegen das Schädeldach hinauf und ist von der medianen Sockelpartie nicht sehr scharf abgegrenzt (Taf. VI); bei *Agriocetus austriacus* ist dieser Lateralkamm viel schärfer ausgeprägt und die Supraorbitalplatte endet mit einer schüsselförmigen Vertiefung (Taf. VII).

Der Außenrand der Supraorbitalplatte des Frontale hat folgenden Verlauf: Von der Antorbitalkerbe aus beginnt ein Wulst mit schwacher Bogenkrümmung, der den Supraorbitalrand bildet; sein Vorderende (Processus antorbitalis) und sein Hinterende (Processus postorbitalis) springen weiter nach außen vor als der Mittelteil des Supraorbitalbogens und sind knopfförmig verdickt. Vom Processus postorbitalis zieht sich der Außenrand der Supraorbitalplatte in geschlossener Linie mit sigmoidaler Krümmung gegen das Schädeldach hinauf, läuft längs des Außenrandes des Supraoccipitale nach hinten unten herab und endet, sich wieder nach vorn wendend, auf der Oberseite des Processus zygomaticus squamosi. Dieser scharfe Kamm vom Processus postorbitalis bis zum Processus zygomaticus bildet die Umgrenzung der weiten und tiefen Temporalgrube (Taf. I, VI).

Fig. 1.



Patriocetus Ehrlichi van Ben. (Cotype II). Austrittsstelle des Canalis opticus aus der Schädelhöhle (Ansicht der Vorderwand der Schädelhöhle vom Foramen magnum aus; Sehachse parallel zur Schädelbasis). Natürl. Größe.

Fo. opt. = Foramen opticum (*s* = linkes, *d* = rechtes); *fo. rhin.* = fossa rhinencephalica; *fi. sph.* = Fissura sphenoidalis (*s* = linke, *d* = rechte).

In der Antorbitalecke tritt das Frontale mit dem Supramaxillare, Jugale und Lacrymale in Verbindung. Leider sind die Grenznähte derart verwachsen, daß über die Größe und Begrenzung des Jugale und Lacrymale keine sicheren Beobachtungen angestellt werden können.

Betrachten wir den Supraorbitalflügel des Frontale von der Unterseite, so fällt zunächst die tiefe Rinne für den Nervus opticus und die zur Orbita führenden Blutgefäße auf. Diese Rinne ist nahe der Fissura sphenoidalis und dem Foramen opticum am tiefsten und engsten, erweitert sich aber rasch beim weiteren Verlaufe gegen die Orbita und wird gleichzeitig immer seichter. Vom Hinterende der Fissura

sphenoidalis zieht sich in Bogenform ein Kamm gegen die Unterseite des Processus postorbitalis, und dieser Kamm bildet die untere und vordere Begrenzung der Temporalgrube (Fig 2). Von diesem Kamm aus zieht das Frontale schräge nach hinten und oben gegen den oberen Rand der Temporalgrube und stößt in der Wand derselben mit einer schräge von hinten oben nach vorn unten laufenden Naht an das Parietale (Taf. XII, Fig. 1).

Betrachten wir den Innenraum der Schädelhöhle durch die Bruchstelle im Supraoccipitale (Fig. 1), so sehen wir in der Mittellinie zwischen zwei sehr stark entwickelten Vorsprüngen der Frontalia eine tiefe Grube, welche das Vorderende der Fossa rhinencephalica bildet (*fo. rhin.*). Unter ihr liegt eine transversale Leiste, welche das Dach der beiden kreisrunden Eintrittsstellen des Nervus opticus bezeichnet; außerhalb dieser beiden Öffnungen und ein wenig weiter hinten liegen die beiderseitigen Öffnungen der großen Fissura sphenoidalis.

Die Fissura sphenoidalis (Fig. 1, *fi. sph.*) ist vom Foramen opticum internum (Fig. 1, *fo. opt.*) durch eine knöcherne Scheidewand getrennt.

Das Foramen opticum liegt bei den Zahnwalen im Orbitosphenoid, die Fissura sphenoidalis zwischen Orbitosphenoid und Alisphenoid.[1]

Die Grenzen des Orbitosphenoids und Alisphenoids sind bei *Patriocetus Ehrlichii* nicht erkennbar, obwohl beide Knochen an dem vorliegenden Schädel erhalten sind. Wie bei den Bartenwalen sind beide Knochenpaare jedoch sehr klein und spielen nicht dieselbe Rolle wie bei den Zahnwalen. In der Ventralansicht des Schädels sind die Orbitosphenoidea nicht sichtbar, da die Pterygoidea und die Basalplatte des Vomer die Austrittsstelle des Nervus opticus (Foramen opticum externum) ebenso wie die Mündung der Fissura sphenoidalis (= Foramen lacerum anterius) überdecken.

5. Lacrymale und Jugale.

Jedenfalls ist das Lacrymale in dem Schädel vorhanden und in der Antorbitalkerbe auf der Ventralseite zu suchen. Ein kleiner Fortsatz, der in der rechtsseitigen Antorbitalkerbe nach innen unten hinten vorspringt, gehört wahrscheinlich bereits dem Jugale an, das eine ziemlich weite Spannung (145 *mm*) bis zum Vorderende des Processus zygomaticus squamosi besessen haben muß. Die genaueren Grenzen sind auch bei diesen Knochen infolge der vorgeschrittenen Obliterierung aller Nähte nicht feststellbar (Taf. II).

6. Parietale.

Das bemerkenswerteste Kennzeichen der Parietalia von *Patriocetus* ist die Anteilnahme derselben an der Bildung eines quer über das Schädeldach ziehenden breiten Bandes zwischen den Frontalia und dem Supraoccipitale. Außerdem nimmt das Parietale, wie schon früher erwähnt, an der Bildung der Supraorbitalplatte teil, indem es die hintere Ecke derselben zusammensetzt. Diese Verhältnisse kommen in den hier mitgeteilten Photographien und der Rekonstruktion des Schädels so klar zum Ausdruck, daß es unnötig wäre, darüber mehr zu sagen. (Taf. I, III, VI, XI, XII).

Wichtig ist das Verhalten der Parietalia an der Grenzlinie gegen das Supraoccipitale. Das Supraoccipitale ist sehr tief ausgehöhlt und entsendet zwei laterale, bogenförmig profilierte Flügel, welche das Hinterhaupt von der Schläfengrube abgrenzen. Unterhalb dieses Kammes zieht sich die Grenze gegen das Parietale bis zu dem Punkte hin, wo Squamosum, Supraoccipitale und Parietale zusammentreffen. Von hier an wendet sich die Grenznaht des Parietale entlang dem Squamosum hinab in die Temporalgrube; das untere Ende dieser Naht ist nicht mehr deutlich zu verfolgen (Taf. I, IV, Fig. 1, VI).

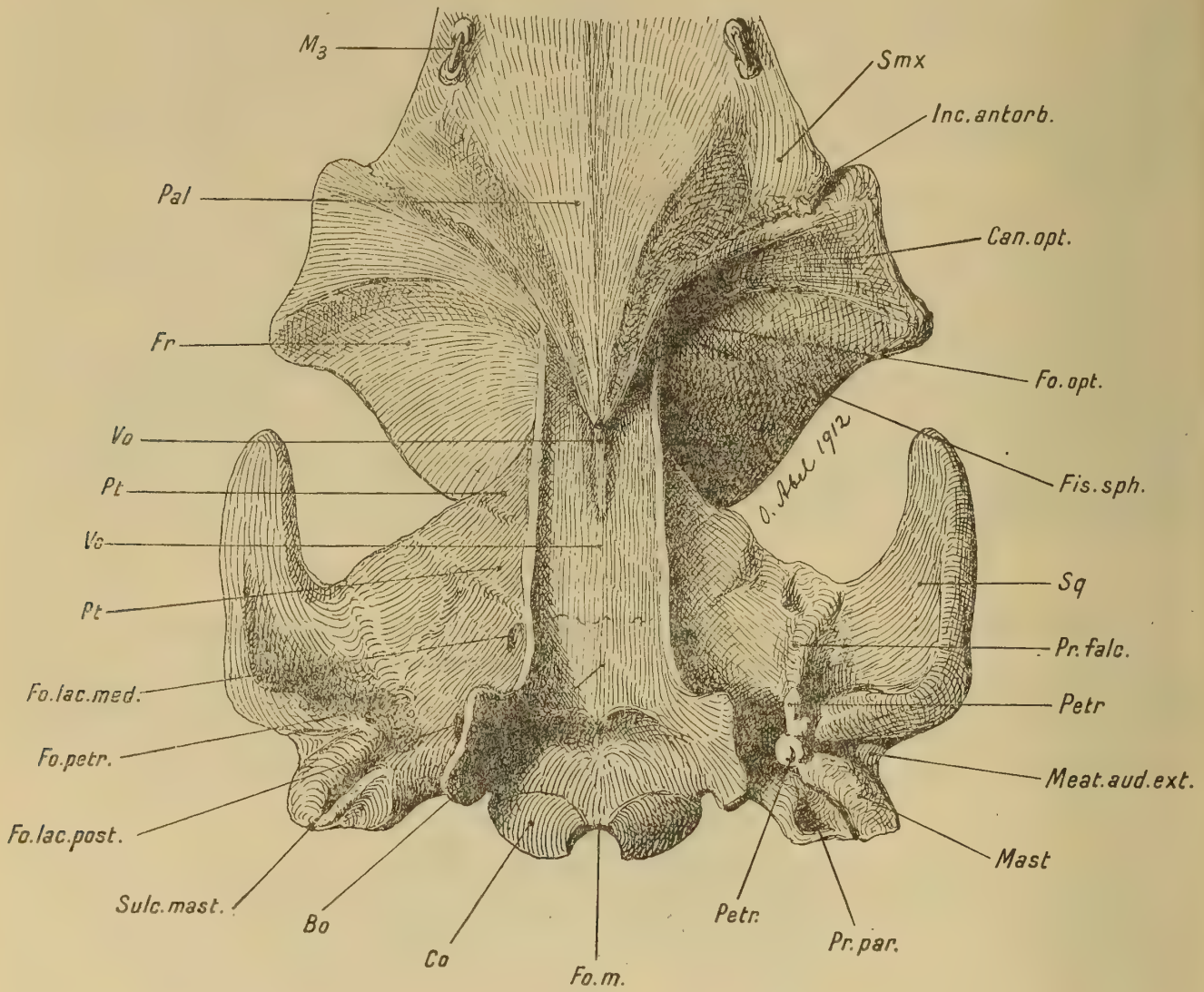
7. Squamosum.

Das Squamosum zerfällt wie sonst bei den Walen in zwei Abschnitte: einen plattenartigen Teil, der den hinteren Abschnitt der Schläfengrube bildet, und den Processus zygomaticus. Der erstgenannte Teil

[1] O. Abel: Les Dauphins longirostres du Boldérien (Miocène supérieur) des environs d'Anvers. Part. II. — Mém. Mus. R. Belg., T. II, 1902, p. 172.

ist durch eine kräftige Leiste gegen das Hinterhaupt abgegrenzt; das ist die Fortsetzung der vom Supraoccipitale gebildeten Leiste, die den Abschluß der Temporalgrube bildet. Dieser die Schläfengrube abschließende Kamm, welcher die Temporalgrube in weitem Bogen umspannt, wird vorn vom

Fig. 2.



Rekonstruktion der Schädelbasis von *Patriocetus Ehrlichi* van Ben. (Cotype II). — Oberoligocän von Linz, Oberösterreich. — Ungefähr $^1/_3$ der natürl. Größe. (Bizygomatischer Durchmesser 350 *mm*).

Erklärung der Abkürzungen:

Bo	= Basioccipitale.	*Mast*	= Mastoideum.
Can. opt.	= Canalis opticus.	*Meat. aud. ext.*	= Meatus auditorius externus.
Co	= Condylus occipitalis.	*Pal*	= Palatinum.
Fis. sph.	= Fissura sphenoidalis.	*Petr*	= Petrosum.
Fo. lac. med.	= Foramen lacerum medium.	*Pr. falc.*	= Processus falciformis.
Fo. lac. post.	= Foramen lacerum posterius.	*Pr. par.*	= Processus paroccipitalis.
Fo. m.	= Foramen magnum.	*Pt*	= Pterygoideum.
Fo. opt.	= Foramen opticum.	*Smx*	= Supramaxillare.
Fo. petr.	= Fossa petrosi.	*Sq*	= Squamosum.
Fr	= Frontale.	*Sulc. mast.*	= Sulcus mastoideus.
Inc. antorb.	= Incisura antorbitalis.	*Vo*	= Vomer.
M_3	= der dritte rechte Molar.		

Frontale, dann ein kleines Stück weit vom Parietale, dann vom Supraoccipitale und zuletzt vom Squamosum gebildet. Er läuft längs der Grenze gegen das Exoccipitale am Squamosum herab und gabelt sich oberhalb des tiefen Einschnittes zwischen dem Mastoid und dem Processus postglenoidalis in eine hintere, auf das Exoccipitale hinüberziehende Leiste und in einen Wulst, der sich auf die Dorsalseite des Processus zygomaticus zieht, wo er langsam verschwindet. (Taf. IV, Fig. 1).

In dem Winkel unterhalb dieser Gabelungsstelle ist das Squamosum zu einer tiefen Grube eingesenkt.

Der Processus zygomaticus ist verhältnismäßig groß. Im Profil erscheint sein Oberrand fast gerade; sein Unterrand ist stark konkav profiliert. Der Processus postglenoidalis (Taf. XII, Fig. 1, *pr. pogl.*) liegt viel tiefer als der Processus praeglenoidalis (Taf. XII, Fig. 1, *pr. praegl.*). Auf der Dorsalfläche des Processus zygomaticus lag das rechtsseitige Petrosum, das A. König abpräparierte und das verlorengegangen zu sein scheint. Ich habe es in Linz nicht mehr auffinden können.

Betrachten wir das Squamosum von der Ventralseite des Schädels, so fällt zunächst die außerordentliche Weite der Glenoidalgrube auf, in der keine genau begrenzte Gelenkfläche für den Kopf des Unterkiefers sichtbar ist. Die Glenoidalgrube ist weit und seicht; vorn wird sie durch den scharfen Kamm begrenzt, der die fast horizontale Ebene der Schädelbasis von der Temporalgrube trennt; außen bildet der scharfe, kammartige Unterrand des Jochfortsatzes den Abschluß; hinten springt der Processus postglenoidalis als Abschluß vor; innen hinten bildet der Gehörapparat und innen seitlich der vom Petrosum nach vorn bis zur Temporalgrubengrenze ziehende Kamm, der Processus falciformis (Fig. 2, *Pr. falc.*) die Grenze. In diesem weiten Raume, dessen Dimensionen durch Fig. 2 und Tafel II veranschaulicht werden, lag der Spielraum für den Condylus des Unterkiefers. Es geht aus diesen Verhältnissen hervor, daß der Unterkieferkopf eine große Bewegungsfreiheit besessen haben muß.

Zwischen dem Processus postglenoidalis und dem Mastoideum öffnet sich der halbtrichterförmige Kanal des Meatus auditorius externus *(Meat. aud. ext.)*. Das Mastoid ist mit dem Squamosum ziemlich fest verbunden; rechterseits ist es erhalten geblieben, während das Petrosum abgebrochen ist. Hier ist sehr deutlich die Umgrenzung der Fossa petrosi *(Fo. petr.)* zu sehen, welche eine allseits geschlossene Grube im Squamosum darstellt, von welcher die Ernährungskanäle nicht durch den Knochen, sondern entlang seiner Unterseite gegen das große Foramen lacerum posterius *(Fo. lac. post.)* und das Foramen lacerum medium *(Fo. lac. med.)* ziehen.

8. Mastoideum.

Bei den lebenden Delphinen ist das Mastoid sehr klein und mit dem Petrosum fest zu einem Perioticum vereinigt. Bei den Ziphiiden dagegen ist das Mastoid sehr groß und keilt sich an der hinteren Außenecke des Schädels zwischen dem Processus postglenoidalis und dem Processus paroccipitalis ein. Noch stärker ist es bei den Bartenwalen ausgebildet, wo es als langer, mächtiger Keil hoch zwischen Squamosum und Exoccipitale hinaufreicht.

Bei den Archaeoceten ist es deutlich von diesen beiden angrenzenden Knochen getrennt und mit dem Petrosum durch eine schwache Brücke verbunden. Die gleichen Verhältnisse zeigt die Mastoidalregion von *Patriocetus*. (Textfig. 2, 3; Tafel II).

Vom Hinterende des Petrosums entspringt das Mastoid als unregelmäßiger Keil von der Grundform einer Pyramide nach außen, und zwar liegt die Spitze der Pyramide der Pars labyrinthica des Petrosums an (Fig. 3, *pl.*). Es schließt sich, durch eine Spalte getrennt, hinten dem Processus paroccipitalis des Exoccipitale an, während zwischen dem Mastoid und Squamosum die Rinne des Meatus auditorius externus verläuft. Die Spalte zwischen Mastoid und dem Processus paroccipitalis nenne ich Sulcus mastoideus (Fig. 2, *Sulc. mast.*).

9. Exoccipitale.

Die Grenzen der Exoccipitalia gegen das Supraoccipitale und Squamosum sind nicht so deutlich wie jene gegen das Mastoid. Von Wichtigkeit ist die ausgesprochene Dütenform des Processus

paroccipitalis (Fig, 2); zwischen ihm und dem rhombischen Lateralflügel des Basioccipitale öffnet sich eine tiefe Einkerbung (Incisura condyloidea), durch welche der Condylarnerv den Schädel verläßt. Der Nervus condyloideus tritt also nicht durch ein eigenes Foramen condyloideum aus, sondern verläßt die Schädelhöhle durch das Foramen lacerum posterius und wendet sich durch die erwähnte Kerbe nach hinten unten und außen.

Auch die Grenzen gegen das Basioccipitale sind nicht genau festzustellen, da verschiedene Brüche diese Region durchsetzen, und man im Zweifel darüber sein kann, ob es sich um einen solchen Bruch oder eine Nahtgrenze handelt.

Auf der Hinterwand des Schädels sind die Exoccipitalia von den Condylen aus gegen außen stark ausgehöhlt. An einer Stelle der rechten Schädelhälfte ist auf eine kurze Strecke die Naht gegen das Squamosum zu sehen, welche hinter der Temporalgrubenkante des Squamosums liegt.

Die Condylen sind sehr groß und stark gewölbt; sie springen ziemlich weit nach hinten vor. Beide Momente sprechen für eine größere Bewegungsfreiheit des Schädels, als dies bei den lebenden Bartenwalen der Fall ist. Die untere Innenecke der Condylen scheint, nach Andeutungen von Nähten zu schließen, vom Basioccipitale gebildet zu werden.

Zu erwähnen ist noch, daß der Paroccipitalprozeß in der Hinteransicht auffallend breit ist (Taf. IV, Fig. 1) und mit einer stumpfen Kante nach außen abschließt, die gleichzeitig die Grenze gegen das Mastoid bezeichnet. Der Querschnitt des Processus paroccipitalis und des sich enge an ihn lehnenden Mastoids ist infolge dieser Außenkante herzförmig (Fig. 2).

10. Supraoccipitale.

Die Form des Supraoccipitale ist für *Patriocetus* sehr bezeichnend.

Auf der Höhe des Schädeldaches schließt das Supraoccipitale mit einer quer und geradlinig über den Schädel verlaufenden Kante gegen die Parietalia ab. In der Mittellinie ist das Supraoccipitale an seinem Oberrande knopfförmig verdickt; dieser Knopf verlängert sich nach unten zu einem in der Medianlinie herabziehenden Wulst, der plötzlich oberhalb einer tiefen Grube abbricht (Taf. I, VI, IV, Fig. 1).

Die Seitenränder des Supraoccipitale, das sich über die Hinterenden der Parietalia legt und sie in der Richtung gegen vorn überschoben hat, sind zu flügelartigen Vorsprüngen ausgezogen, die schräg nach oben außen stehen. Dadurch erscheint das Supraoccipitale zu einer sehr tiefen Wanne ausgehöhlt.

Das untere Ende des Supraoccipitale ist stark beschädigt. A. König hatte bei der Zusammensetzung des Schädels aus vielen Trümmern keine Bruchstücke gefunden, die das große Loch oberhalb der Condylen (Taf. IV, Fig. 1) schließen sollten, und gemeint, daß vielleicht diese Stelle des Schädels auch am unverletzten Schädel offen gewesen sei. Ich konnte jedoch unter den noch vorhandenen losen Knochensplittern ein größeres Fragment entdecken, das zweifellos dem Supraoccipitale angehört und den größten Teil dieser Lücke ausfüllt (Taf. I). Seine Oberfläche ist mit rauhen, unregelmäßigen Gruben bedeckt.

11. Basioccipitale und Basisphenoid.

Das Basioccipitale ist mit dem Basisphenoid ohne deutlich sichtbare Grenze verwachsen.

Das auffallendste Merkmal des Basioccipitale ist die Ausbildung des rhombischen großen Lateralflügels, dessen hinterer Abfall eine Wand der Incisura condyloidea für den Nervus condyloideus bildet. Der Kamm des Lateralflügels bricht vorn mit einem scharfen Knick ab und steigt gegen den Lateralwulst empor, der den vorderen Abschnitt des Basioccipitale und das Basisphenoid begleitet (Taf. II; Textfig. 2).

Die Ventralfläche des Basioccipitale ist in der Region zwischen den Lateralflügeln ziemlich stark ausgehöhlt; gegen vorn zu ist der Boden des Basioccipitale und des Basisphenoids fast flach und nur an den Rändern nach unten herabgebogen. Der Lateralwulst setzt sich vom Basisphenoid auf das Praesphenoid fort, wendet sich nach außen auf das Pterygoid und endet an dem scharfen Kamm, der den unteren Abschluß der Temporalgrube bildet. Diese Stelle bezeichnet das Hinterende der Fissura sphenoidalis, welche in der Ventralansicht des Schädels durch das Pterygoid überbrückt wird.

Der vordere Abschnitt des Basisphenoids ist durch die horizontale Basalplatte des Vomer verdeckt gewesen, wie aus den erhaltenen Resten derselben hervorgeht (Fig. 2).

Das auffallendste Merkmal des Basioccipitale und des Basisphenoids ist neben den großen, scharf begrenzten Lateralflügeln des Basioccipitale die bedeutende Breite und geringe Aushöhlung des vorderen Teiles beider Knochen sowie der geringe Höhenunterschied zwischen beiden Knochen und den übrigen Knochen der seitlichen Schädelbasis.

12. Praesphenoid und Mesethmoid.

Das Mesethmoid ist durch seine schwammige Struktur von dem es einschließenden Vomer an Bruchstellen deutlich zu unterscheiden. Es ist mit dem Praesphenoid so innig verbunden, daß die ehemaligen Grenzen nicht mehr feststellbar sind.

13. Vomer.

Der Vomer bildet im Rostralabschnitte des Schädels eine sehr breite, tiefe Wanne; gegen vorn läßt er sich bis in die Gegend des Eckzahns verfolgen, doch dürfte er beim unverletzten Schädel noch ein kleines Stück weiter gereicht und erst in der Region der Schneidezähne geendet haben (Taf. VI).

Am Hinterende der breiten Rinne in der Medianebene des Rostrums umschließt der Vomer das Mesethmoid; zwischen beiden öffnet sich am Grunde der Rinne eine eigentümliche Grube. Der Vomer setzt sich, das Mesethmoid umschließend, weiter nach hinten fort und teilt sich in eine horizontale und eine vertikale Platte. Die horizontale Platte unterschiebt das Praesphenoid und den vorderen Abschnitt des Basisphenoids; die in der Medianebene nach unten vorspringende Platte tritt zwischen den Palatina hervor und erstreckt sich ziemlich weit nach hinten, wie aus den Bruchstellen auf dem horizontalen Plattenteil zu sehen ist. Das auffallendste Merkmal des Vomer von *Patriocetus Ehrlichi* ist jedenfalls die Breite und Tiefe der Rinne im Rostralabschnitte.

14. Palatinum.

Die Gaumenbeine besitzen eine sehr charakteristische Form. Die vordere Grenze gegen die Supramaxillaria verläuft ähnlich wie bei *Zeuglodon Osiris*; gegen hinten spitzen sie sich genau wie bei *Zeuglodon* dreieckig zu und lassen in der Mittellinie an ihrem Hinterende zwischen sich den Vomer hervortreten. In der Mittellinie zwischen dem dreieckigen Hinterende und der vorderen Grenznaht gegen die Supramaxillaria schließen sie enge aneinander (Taf. II; Textfig. 2).

Betrachten wir das Rostrum im Profil, so sehen wir, daß sich schon der vor den Palatinen liegende Teil der Oberkiefer stark herabsenkt (Taf. III, Fig. 1; Taf. XII, Fig. 1); die Palatina sind gleichfalls stark nach unten hinten geneigt. Diese Neigung der Gaumenplatte des Rostrums ist für *Patriocetus* sehr bezeichnend. Weiters ist auch die Lage der Palatina für den Linzer Wal sehr charakteristisch.

Während bei *Zeuglodon*, zum Beispiel bei *Zeuglodon Osiris*, das Vorderende der Palatina in einer Transversalebene liegt, welche die vierten oberen Prämolaren schneidet, liegt das Vorderende des Palatina bei *Patriocetus* hinter der Verbindungslinie der ersten Molaren des Oberkiefers. Dieser Unterschied hängt damit zusammen, daß bei *Zeuglodon* die Molaren sehr weit nach hinten verschoben sind, so daß der vorletzte und letzte Molar schon unter der Orbita auf einen nach hinten verschobenen Lappen des Supramaxillare liegen; bei *Patriocetus* liegt der letzte Molar weit vor der Antorbitallinie. Es ist dies ein wichtiger Anhaltspunkt zur Beurteilung der Spezialisationshöhe des Gebisses von *Zeuglodon* gegenüber *Patriocetus*, der in dieser Hinsicht sogar noch weit primitiver ist als *Protocetus*, bei dem die letzten, stark reduzierten Molaren bereits so weit nach hinten verschoben sind, daß sie unter der Orbita liegen.

Die Palatina von *Patriocetus* sind auf den gegen die Orbita ansteigenden Flächen etwas eingesenkt. Diese Einsenkung ist gegen den mittleren Gaumenabschnitt durch eine Leiste abgegrenzt, die am Hinterende beider Palatina beginnt, von hier aus rasch gegen vorn divergiert und in der Richtung gegen den letzten Molaren verläuft. Oberhalb dieser Leiste ist das Palatinum schwach ausgehöhlt; in welcher

Beziehung es hier zum Pterygoideum stand, ist nicht mehr mit Sicherheit zu ermitteln. Jedenfalls traten die Palatina in weitgehende Verbindung mit den Flügelbeinen, von denen leider nur die Platten erhalten sind, die an der Schädelbasis unmittelbaren Anteil nehmen.

15. Pterygoideum.

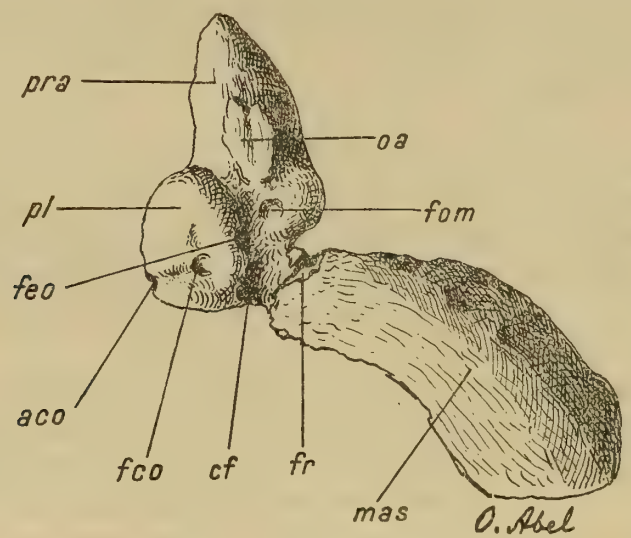
Wie schon erwähnt, sind von den Pterygoidea nur die plattenartig entwickelten Teile erhalten, die den vorderen Abschluß der Schädelbasis in der Ecke zwischen dem Basisphenoid und Squamosum bilden und welche an dieser Stelle die Alisphenoidea und Orbitosphenoidea überdecken. Von den beiden letzteren Knochen bleibt auf der Ventralseite des Schädels nichts mehr sichtbar; nur in der Fissura sphenoidalis, die in der Ventralansicht von den Pterygoidplatten überdeckt wird, liegen diese Knochen frei.

Verschiedene, stark verletzte Bruchstellen am Basisphenoid und an den Palatina deuten an, daß die Pterygoidea eine relativ große Ausdehnung besessen haben, doch ist es unmöglich, sie in ihrer Gesamtform zu rekonstruieren. Ob sie die eigentümlichen Formen besessen haben, wie sie Stromer in der Rekonstruktion von *Zeuglodon Osiris* 1908 zeichnete, möchte ich jedoch für sehr zweifelhaft halten.

16. Petrosum.

Vom Gehörapparat ist nur noch das linke Petrosum, und zwar in situ erhalten. Das rechte Petrosum war im Verlaufe des Fossilisationsprozesses vom Mastoideum losgerissen worden und war der Dorsalseite des Jochfortsatzes angeklebt, wie A. König mitteilt. Seither ist dieses Petrosum leider in Verlust

Fig. 3.



Linkes Perioticum von *Patriocetus Ehrlichi* van Ben. (Cotype II) in natürlicher Größe, von der dem Tympanicum zugekehrten Seite (Ventralseite) gesehen.

Erklärung der Abkürzungen:

aco = Apertura externa aquaeductus cochleae.
cf = Canalis Fallopiae.
fco = Fenestra cochleae.
feo = Fenestra ovalis.
fom = Grube für das Caput Mallei.
fr = Bruchstellen gegen das Tympanicum.
mas = Mastoideum..
oa = Ossiculum accessorium Tympanici.
pl = Pars labyrinthica.
pra = Processus anterior petrosi.

geraten, so daß ich nur über die Ventralseite des linken, fest im Schädel liegenden Petrosums einige Angaben machen kann.

Vor allem fällt das ungewöhnliche Größenverhältnis zwischen dem vorderen, kolbigen Felsenbeinabschnitt *(pra)* und dem hinteren und inneren, ungefähr halbkugeligen Labyrinthabschnitt *(pl)* des Petrosums auf.

Der vordere, kolbige Teil ist sehr lang und kräftig und übertrifft in seiner Masse bedeutend den Labyrinthabschnitt. Es liegen also hier Verhältnisse vor, die ungewöhnlich sind. Leider ist es nicht möglich, in diesem Punkte Vergleiche mit *Zeuglodon* anzustellen, da nur ganz ungenügende Angaben über den Bau des Petrosums bei den verschiedenen Arten dieser Gattung vorliegen. Von *Kekenodon onomata* ist das Perioticum bekannt, aber ungenügend abgebildet und im Texte gar nicht erwähnt. Der Stapes steckt hier noch in der Fenestra ovalis der Pars labyrinthica.[1]

Betrachten wir das Petrosum von der dem Tympanicum zugekehrten Ventralseite, so erscheint der Processus anterior petrosi (Fig. 3, *pr a*) von der Pars labyrinthica *(pl)* scharf abgesetzt. Der Processus anterior endet vorn in einen stumpfen, kegelförmigen Fortsatz; auf seiner Ventralseite klebt ein kleiner, in der Mitte rinnenförmig vertiefter Knochenfetzen, der einzige erhaltene Rest des Tympanicums, der als Ossiculum accessorium bezeichnet wird *(oa)*.

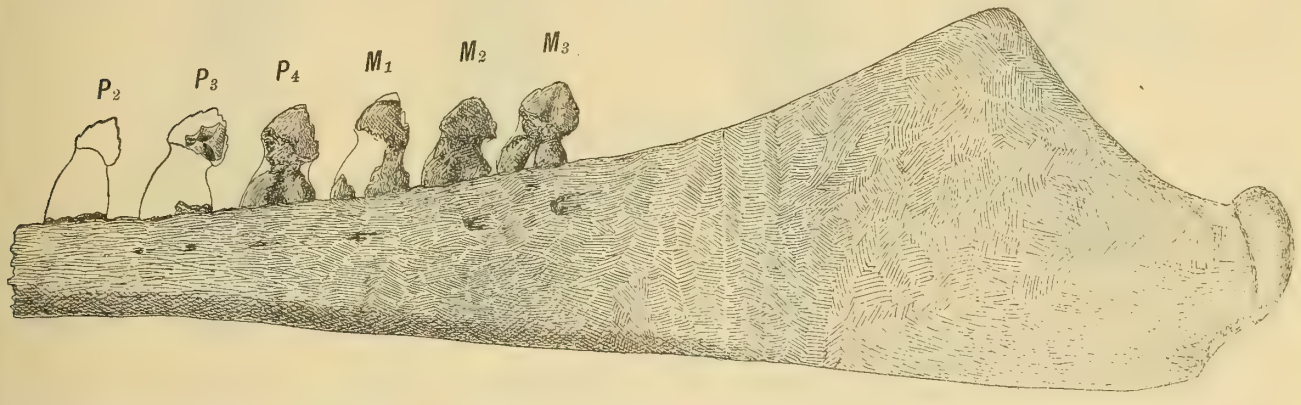
Am Ende des Processus anterior, hinter dem Ossiculum accessorium, ist eine kleine runde Grube sichtbar, welche zur Aufnahme des Malleuskopfes dient *(fom)*.[2]

Schräg gegenüber öffnet sich in der Pars labyrinthica *(pl)* das ovale Fenster *(fe o)*, das beim unverletzten Gehörapparat durch die Basalplatte des Steigbügels verschlossen wird. Von hier aus beginnt die Rinne zwischen der Pars labyrinthica petrosi und dem Mastoideum, die als Canalis Fallopiae *(cf)* bezeichnet wird. Auf der stark gewölbten Ventralseite der Pars labyrinthica, und zwar in ihrer hinteren Hälfte liegt die große Öffnung der Fenestra cochleae *(f co)*; innerhalb von ihr und in der Ventralansicht nur durch einen Einschnitt an der Innenwand der Pars labyrinthica kenntlich, liegt die Apertura externa aquaeductus cochleae *(a co)*.

Das Petrosum tritt durch eine relativ schwache Brücke mit dem Mastoideum *(mas)* in Verbindung. Nahe dieser Verbindungsstelle sind auf dem Mastoideum zwei nebeneinander liegende Bruchflächen sichtbar; es sind die Stellen, an denen die Verbindung mit dem Tympanicum erfolgte *(fr)*.

Das Gesamtbild des Perioticums, das aus dem vereinigten Petrosum und Mastoideum besteht, ist im Vergleiche zu den jüngeren Walen fremdartig, wenn wir auch nur die Ventralansichten in Vergleich ziehen können. Da das Perioticum so fest in der Fossa petrosi verkeilt ist, daß ein Bloßlegen seiner Dorsalseite

Fig. 4.



Teilweise Rekonstruktion des Unterkiefers von *Patriocetus Ehrlichi* van Ben. (Cotype II). — Der linke Kieferast von außen gesehen. Ungefähr $^2/_5$ der natürl. Größe.

unmöglich erscheint, so ist es unmöglich, über die genaueren Umrisse des Porus acusticus internus ein Urteil zu gewinnen. Es war nur möglich, festzustellen, daß der Porus acusticus internus seine Öffnung nicht senkrecht gegen die Schädelhöhle wendet, sondern daß die Achse dieses Trichters schief nach oben

[1] J. Hector: Notes on New Zealand Cetacea, Recent and Fossil. — Transact. and Proc. of the New Zealand Institute, 1880. Vol. XIII, Wellington, 1881, Pl. XVIII, Fig. 10.

[2] A. Denker: Zur Anatomie des Gehörorgans der Cetacea. — Anatomische Hefte, XIX, 1902, p. 423 bis 448.

innen gegen das Foramen lacerum posterius verläuft. Der Nervus acustico-facialis hatte also bei *Patriocetus* wahrscheinlich kein separates Foramen in der Schädelbasis.

17. Mandibula.

Der Unterkiefer ist stark zerbrochen und nur sein linker Ast etwas besser erhalten. Aus den zahlreichen Fragmenten ließ sich jedoch der hintere Abschnitt der linken Kieferhälfte von der Region des zweiten Prämolaren angefangen bis zum Condylus so weit zusammenfügen, daß wir imstande sind, über die wichtigsten Merkmale und Umrisse des Knochens ein Urteil zu gewinnen (Taf. III, Fig. 2; Taf. XI, Textfig. 4).

Vor allen Dingen fällt die geringe Höhe des Kiefers im Bereiche des Processus coronoideus auf. Das Profil des Kronenfortsatzes ist total von dem der älteren Archaeoceten oder der Zahnwale verschieden; der Fortsatz ist bei *Patriocetus* in unverkennbarer Rückbildung begriffen und stellt auf diese Weise das Bindeglied zwischen dem hohen Kronenfortsatz der älteren Archaeoceten und dem verkümmerten des Bartenwalunterkiefers her. Die Zeichnungen und Photographien des Unterkiefers zeigen besser als ausführliche Beschreibungen die Profilierung des Unterkiefers von *Patriocetus*.

Der Condylus ist scharf von dem flachen hinteren Unterkieferteil abgesetzt. Seine Achse steht nahezu senkrecht zur Kieferachse; die Oberfläche des Gelenkkopfes ist mäßig gewölbt und besitzt den Umriß eines Ovals, das nach unten zu spitz ausläuft.

Wichtig ist die Andeutung des Hinterendes der Symphyse. Legt man quer durch den linken Kieferast, und zwar an der Stelle der vorderen Wurzel des P_2 einen Schnitt, so trifft derselbe einen an der Innenseite des Astes befindlichen Vorsprung, der als das Hinterende des Symphysenabschnittes anzusehen ist. Das Symphysenende liegt also etwa an derselben Stelle wie bei *Zeuglodon*, doch ist die Länge des Symphysenteiles viel kleiner, da die vorderen Zähne bei *Patriocetus* viel gedrängter stehen als bei *Zeuglodon*.

An der Außenwand des Unterkiefers befinden sich unter den Backenzähnen große Gefäßöffnungen, die den Kiefer von außen hinten nach innen vorn durchbohren.

Die Zahnachsen der Backenzähne des Unterkiefers stehen schräge zur Hauptachse desselben, und zwar verlaufen sie von vorn unten schräg nach hinten oben. Die Höhe des Kieferastes nimmt im Bereiche der Backenzähne von vorn nach hinten rasch zu, doch sind die letzten Molaren nicht auf den Vorderrand des Kronenfortsatzes hinaufgeschoben.

B. Das Gebiß.

Der Fund von 1910 (Cotype II) umfaßte außer dem Schädel und Unterkiefer noch mehrere Zähne, von denen nur einer in situ, die anderen aber isoliert gefunden wurden.

A. König hat in der ersten Beschreibung dieses neuen Fundes mitgeteilt, daß der in situ befindliche Zahn der letzte Molar des linken Oberkiefers war, daß aber auch dieser abbrach, als er bei der Präparation von den anhaftenden Sandkörnern gereinigt wurde.

Als ich den Schädel in Linz untersuchte, war dieser Molar mit dem Schädel noch nicht wieder vereinigt worden und die vorhandenen Bruchstellen gestatteten auch nicht eine sichere Anfügung an die noch in den Kiefern steckenden Wurzelteile. Erst die genauere Untersuchung in Wien ergab, daß die Bruchflächen der Krone dieses letzten Molaren nicht zu den Wurzeln des linken, sondern des rechten letzten Molaren paßten, an welche daher diese Krone wieder angefügt wurde. Die Angabe Königs muß daher auf einem Schreibfehler beruhen, zumal er an einer zweiten Stelle (l. c., p. 11) vom letzten Molaren des rechten Oberkiefers spricht.

Von den übrigen losen Zähnen konnte ich die fünf letzten Backenzähne des Unterkiefers mit den noch in den Alveolen steckenden Wurzeln wieder vereinigen (Textfig. 4). Die übrigen Zähne (sechs einwurzlige) konnten weder dem Schädel noch dem Unterkiefer eingefügt werden.

Im ganzen liegen also zwölf Zähne vor, die zu dem neuen Funde gehören und von denen sechs an ihre Stelle gebracht werden konnten, während das Fehlen der entsprechenden Kieferpartien am Vorderende des Schädels und Unterkiefers es unmöglich macht, die Zähne an ihren ursprünglichen Platz einzufügen.

Am Schädelreste von *Patriocetus Ehrlichi*, der 1841 in Linz entdeckt wurde (Type), befinden sich noch die zwei letzten linken oberen Molaren in situ. Ihre Kronen sind gut erhalten.

Außerdem liegen von Linz drei Backenzähne derselben Art vor, die 1867 gefunden und 1868 von E. Sueß beschrieben wurden (Cotype I). Sie scheinen, wie schon Sueß hervorhob, einem einzigen Individuum anzugehören. Sueß hat zwei dieser Zähne als Unterkieferzähne gedeutet.

Fig. 5*a*.

Fig. 6*a*.

Fig. 7*a*.

Fig. 8*a*.

Fig. 5*b*.

Fig. 6*b*.

Fig. 7*b*.

Fig. 8*b*.

Fig. 5. Der erste obere rechte Schneidezahn von *Patriocetus Ehrlichi* van Ben. (Cotype II); *a* von außen, *b* von hinten.
Fig. 6. Der zweite obere rechte Schneidezahn desselben Exemplars. *a* von außen, *b* von hinten.
Fig. 7. Der dritte obere rechte Schneidezahn desselben Exemplars. *a* von außen, *b* von hinten.
Fig. 8. Der obere linke Eckzahn desselben Exemplars. *a* von außen, *b* von vorn.
(Alle Fig. in natürl. Größe.)

Der zuerst von van Beneden 1865 eingehender beschriebene einwurzlige Zahn, der seither in der Literatur als Eckzahn oder Schneidezahn des »*Squalodon Ehrlichi*« angeführt wurde, gehört, wie meine Untersuchungen in Linz ergeben haben, einem Physeteriden an und fällt daher außerhalb des Rahmens dieser Abhandlung.

Die vorliegenden Zähne der Funde von 1841, 1867 und 1910 (im ganzen 17) gestatten, ein ziemlich gutes Bild von der Morphologie des Gebisses von *Patriocetus Ehrlichi* zu gewinnen.

1. Die einwurzligen Zähne.

Von den sechs einwurzeligen Zähnen des Fundes von 1910 hat A. König fünf abgebildet. A. König hat sie teils als »Stoßzähne«, teils als Prämolaren bezeichnet.

Untersucht man diese Zähne genauer, so sieht man, daß sie in der Form der Kronen und Wurzeln ziemlich verschieden sind. Drei Zähne gehören dem rechten Zwischenkiefer an; ein Zahn ist der linke dritte obere Schneidezahn; ein weiterer konnte als der linke obere Eckzahn bestimmt werden. Ein kleines Kronenfragment, das einem sechsten einwurzligen Zahn zu entsprechen scheint, ist nicht sicher zu bestimmen.

Der erste Schneidezahn (Fig. 5) ist als solcher durch seine gerade Achse kenntlich. Die konische Krone ist an der Spitze abgebrochen und ziemlich schlecht erhalten. Der Schmelz ist mit zahlreichen anastomosierenden Längsrunzeln bedeckt; die Vorder- und Hinterseite des Zahns ist durch eine stumpfe Schmelzkante gekennzeichnet, die sich von der Kronenspitze gegen die Kronenbasis herabzieht.

Dieser Zahn gehört mit den beiden folgenden Zähnen jedenfalls zu einem und demselben Kiefer. Aus der sigmoidalen Krümmung des zweiten und dritten Schneidezahns läßt sich nur erschließen, daß sie entweder dem linken Unterkieferast oder dem rechten Zwischenkiefer angehören. Nun befindet sich aber auf der Krone des ersten Schneidezahns eine Usurfläche; diese Usurfläche liegt, wenn wir den Zahn entsprechend der schräg um die Wurzel ziehenden Grenzlinie zwischen Krone und Wurzel richtig orientieren, auf der Innenseite des Zahnes. Daraus geht mit Sicherheit hervor, daß es sich nicht um den ersten Schneidezahn des Unterkiefers handeln kann, da derselbe die Usurfläche auf der Außenseite der Krone zeigen müßte. Somit ist bewiesen, daß dieser erste Inzisiv wie die drei ihm folgenden einwurzligen Zähne dem rechten Zwischenkiefer der Cotype *II* angehören.

Die Wurzel des ersten Inzisiven besitzt einen ungefähr dreieckigen Querschnitt, doch sind die Kanten abgerundet und die drei durch sie begrenzten Flächen schwach gewölbt. Die Wurzel nimmt von der Kronenbasis an allmählich an Stärke zu, so daß der ganze Zahn eine rettigförmige Gestalt erhält.

Der zweite Schneidezahn (Fig. 6) unterscheidet sich von dem vorhergehenden vor allem dadurch, daß er in der Lateralansicht eine einfache, in der Sagittalansicht eine sigmoidale Krümmung besitzt. Die Krone ist lateral komprimiert, so daß ihr Querschnitt breit linsenförmig erscheint; eine scharfe Kante läuft sowohl am Vorderrand wie am Hinterrand von der Kronenspitze gegen die Kronenbasis herab. Die vordere Kante ist scharf, die hintere ist nahe oberhalb der Kronenbasis schwach gekerbt. Die äußersten Spitzen von Krone und Wurzel sind abgebrochen; die Wurzel zeigt etwa in halber Länge das Maximum ihrer Anschwellung.

Der dritte Schneidezahn liegt in zwei Exemplaren vor. Das erste, sehr gut erhaltene (Fig. 7) gehört dem rechten Zwischenkiefer, das zweite — nur ein Kronenfragment — der entgegengesetzten Seite an.

Die Krümmung ist hier noch stärker wie am zweiten Inzisiven ausgeprägt. Sie ist auch hier in der Lateralansicht eine einfache Bogenkrümmung, in der Sagittalansicht dagegen eine sigmoidale. Die Krone ist besonders stark von dieser Krümmung betroffen; der Zahn sieht schräg nach vorn unten.

Wie am vorhergehenden Inzisiven ist die Krone lateral stark komprimiert, und zwar stärker als am zweiten Inzisiven, so daß der Querschnitt der Krone schmäler ist. Der Schmelz ist über und über mit longitudinalen, anastomosierenden Runzeln und Wülsten bedeckt; die Leisten am Vorder- und Hinterrande sind auch hier vorhanden, aber die Kerbung der hinteren Leiste ist hier schärfer ausgeprägt als am vorhergehenden Zahn.

Der Eckzahn (Fig. 8) des linken Oberkiefers besitzt eine etwas niedrigere und breitere Krone als der letzte Schneidezahn und ist noch stärker komprimiert. Die Oberfläche des Zahnschmelzes ist auch hier gerunzelt wie bei den Schneidezähnen; die Kanten des Vorder- und Hinterrandes sind als starke

Leisten entwickelt und das distale Ende der hinteren Kante ist stark angekaut. Dieser Lage der Usurfläche der oberen Zähne entspricht die Lage der Abkauungsflächen an den Vorderkanten der unteren Zähne.

Die Wurzel ist sehr stark korrodiert; diese starke Korrosion ist überhaupt ein wichtiges Merkmal aller Zähne dieser Art. Mit dem Fossilisationsprozeß hängt diese Erscheinung kaum zusammen; sie muß durch eine ungewöhnlich schwache Konsistenz der Wurzelmasse bedingt sein und ist als Begleiterscheinung des Reduktionsvorganges des ganzen Gebisses anzusehen. Die erhaltenen Teile der Zahnwurzeln zeigen im frischen Bruche eine sehr dichte, elfenbeinartige Struktur; die Oberfläche der Wurzeln ist aber an allen Zähnen von unregelmäßigen Gruben und Löchern bedeckt. Untersucht man die Wurzelstruktur unterhalb der Krone, so sieht man, daß die Wurzelmasse hier eine ganz lockere, weitmaschige, spongiöse Struktur besitzt. Besonders an den Wurzelteilen knapp unterhalb der Krone des letzten linken Inzisiven und des linken Eckzahns ist diese Erscheinung am deutlichsten zu beobachten. Damit steht im Zusammenhang, daß die Zähne beim Ausheben des Restes oder bei der Präparation durch Prof. A. König knapp unter der Krone abgebrochen sind. Diese Strukturverhältnisse der Zähne sind keineswegs belanglos, sondern als Kennzeichen des Degenerationsprozesses des Gebisses von großer Bedeutung. Dieselben Erscheinungen zeigen die Wurzeln der unteren Backenzähne.

2. Die oberen Backenzähne.

Der zweite obere Molar ist an dem Schädelreste des Fundes von 1841 erhalten, fehlt aber dem Schädelreste des Fundes von 1910. Der Zahn gehört der linken Kieferhälfte an.

Das auffallendste Merkmal dieses Molaren ist die starke Einschnürung der Wurzel knapp unterhalb der Kronenbasis, die besonders in der Sagittalansicht zum Ausdrucke kommt.

Die Krone ist lateral stark komprimiert und am Vorder- und Hinterrand gezackt, und zwar sind vorn und hinten je drei Zacken entwickelt, so daß, die Mittelspitze dazu gerechnet, der Molar siebenspitzig ist.

Das Kronenprofil fällt dadurch auf, daß die Kronenbasis bedeutend länger ist als die Kronenhöhe, welche nur 15 *mm* beträgt; die Kronenbasis ist dagegen 20 *mm* lang. Bei der Berechnung der Kronenhöhe ist das Ende der Mittelspitze ergänzt worden.

Der Schmelz ist an der Außen- und Innenseite mit zahlreichen groben, unregelmäßigen Längswülsten und Rillen bedeckt.

Das Kronenprofil hat ungefähr die Form eines Dreiecks mit breiter Basis; Vorder- und Hinterrand sind etwas konvex gekrümmt und die Zacken abgerundet.

Die Wurzeln verdicken sich von der Einschnürungsstelle an der Kronenbasis gegen den Kiefer zu sehr rasch. Ihre Teilung in zwei Enden ist bei dem M_2 der Type (1841) sehr deutlich ausgeprägt, aber sie erfolgt erst im Bereiche des Kieferknochens und nicht außerhalb desselben.

Ich war bei Beginn meiner Untersuchungen der Meinung, daß dieses Verhalten der Wurzeln einen wichtigen Unterschied zwischen dem alten und dem neuen Funde darstellt. Eingehendere Vergleiche haben mich später davon überzeugt, daß in diesem Punkte eine ziemliche Variabilität selbst bei einem und demselben Schädel zu beobachten ist. Bei der Cotype II (1910) sind beiderseits die Wurzeln der sechs hinteren Backenzähne in beiden Oberkiefern erhalten und ein Vergleich der korrespondierenden Zähne auf beiden Seiten zeigt, daß in einem und demselben Schädel große Verschiedenheiten zu beobachten sind. Ich stelle dies in folgender Übersicht dar:

Verhalten der zwei Wurzelalveolen der Backenzähne bei der Cotype II:

Zähne	linker Oberkiefer	rechter Oberkiefer
P_1 (fehlt)	vereinigt	vereinigt
P_2 (Wurzeln erhalten)	»	getrennt
P_3 » »	»	vereinigt

Zähne	linker Oberkiefer	rechter Oberkiefer
P_4 (Wurzeln erhalten)	vereinigt	vereinigt
M_1 » »	»	»
M_2 » »	»	getrennt
M_3 (Zahn rechterseits intakt)	»	»

Sehr wichtig ist der Größenunterschied der Wurzeln der verschiedenen Backenzähne. Die Wurzeln der Prämolaren sind viel stärker als die der Molaren; die stärksten und größten Wurzeln besitzt der dritte obere Prämolar. Diese Tatsache ist deshalb außerordentlich wichtig, weil auch bei *Protocetus* der dritte, obere Prämolar der stärkste Zahn des oberen Gebisses ist.

Noch eine andere wichtige Erscheinung ist an den Wurzeln der Backenzähne zu beobachten. Die Wurzeln von P_4 und M_1 des Oberkiefers sind zwar nur in zwei Hauptwurzeln gespalten, aber die vordere Wurzel besitzt an der Innenseite einen deutlich abgegrenzten Pfeiler (Fig. 10). Bei den vorderen Backenzähnen *(P_1, P_2* und *P_3)* und den hinteren *(M_2, M_3)* sind dagegen beide Wurzeln nahezu gleich stark und zeigen keine Spaltung der vorderen Wurzel.

Diese stärkere Entwicklung der vorderen Wurzel ist dadurch zu erklären, daß die vordere Wurzel mit der ursprünglich an ihrer Innenseite gelegenen dritten Wurzel verschmolzen ist. Auch in diesem Falle, wie schon bei dem Vergleiche der relativen Größe der Backenzahnkronen, finden wir einen analogen Fall bei *Protocetus atavus*. P_1 und P_2 dieses Urwals sind zweiwurzlig; die hinteren Zähne sind alle dreiwurzlig. Bei *Patriocetus* sind am P_4 und M_1 noch die Spuren der dritten Wurzel deutlich zu sehen, während sie am M_2 und M_3 verloren gegangen sind: ein Beweis dafür, daß die hinteren Zähne in der Spezialisation weiter vorgeschritten sind als die drei vorderen Zähne P_3, P_4 und M_1.

Fig. 9.

Letzter rechter M_3 des Oberkiefers von *Patriocetus Ehrlichi* van Ben. (Cotype II), von außen gesehen. (Natürl. Größe).

Der dritte obere Molar (Fig. 9) liegt in zwei Exemplaren vor: an der Type (1841) und an der Cotype II (1910). Seine Kronenform ist fast genau die gleiche wie die des vorhergehenden Molaren; bei der Type steht jedoch die Krone weniger weit über den Alveolarrand vor als bei der Cotype II. Bei der letzteren zeigt M_3 eine gespaltene Wurzel, während beim M_3 der Type die Krone nicht so weit über den Kieferknochen vorsteht und daher die Wurzelspaltung nicht sichtbar ist. Betrachten wir den M_3 der Cotype II von der Seite (Fig. 9), so sehen wir, daß zwischen der Spaltungsstelle der Wurzel und der Kronenbasis noch ein Raum von 18 *mm* übrigbleibt. Die Krone ist in der Mitte 15 *mm* hoch; in der Seitenansicht (Fig. 9) erscheint sie perspektivisch verkürzt, da die Zahnachse stark nach innen geneigt ist.

Die Krone besitzt die gleiche Zackenzahl wie der M_2 des Oberkiefers und ist auch sonst ganz gleichartig gestaltet.

Bevor ich zur Besprechung der Unterkieferzähne übergehe, teile ich noch einige Maße mit, welche die relativen Abstände der Wurzeln der sechs hinteren oberen Backenzähne betreffen.

Abstände der zwei Wurzeln voneinander, von den Zentren der Alveolen gemessen:

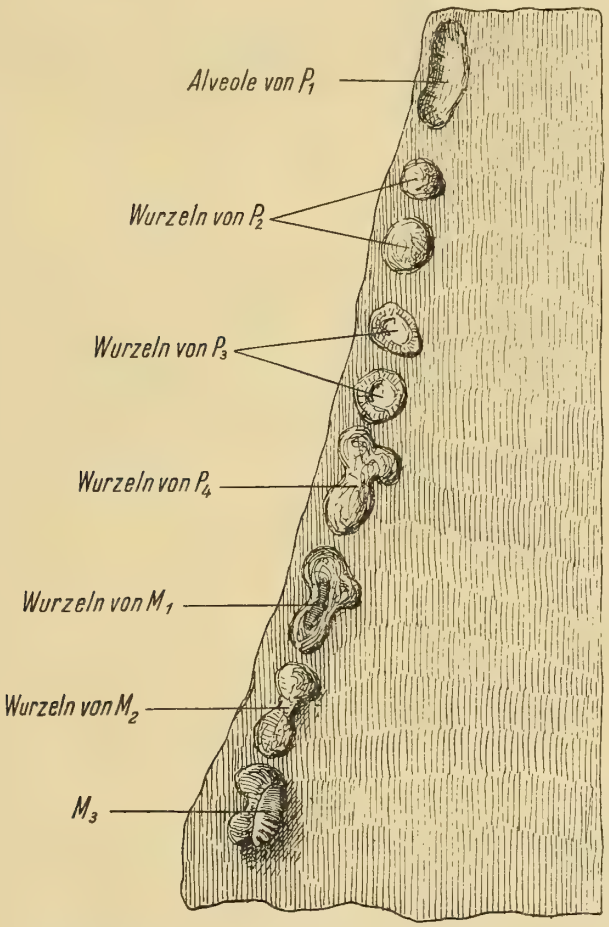
Zähne	Type (1841) (Gesamtlänge der Zahnreihe $P_2-M_3 = 20$ *cm*)	Cotype II (1910) (Gesamtlänge der Zahnreihe $P_2-M_3 = 18$ *cm*)
P_2	25 *mm*	19 *mm*
P_3	22 »	18 »
P_4	21 »	18 »
M_1	21 »	18 »
M_2	20 »	16 »
M_3	15 »	14 »

Daraus ergibt sich, daß die Wurzeln der hinteren Backenzähne enger beieinander stehen als an den vorderen. Es hängt dies in erster Linie mit dem Größenunterschied der Backenzähne zusammen, von dem schon früher die Rede war.

3. Die unteren Backenzähne.

Wie im oberen Gebiß sind auch im Unterkiefer die vorderen Backenzähne etwas größer als die beiden letzten, doch ist der Unterschied nur unbedeutend. In dem linken Unterkieferast sind fünf Zähne, und zwar die letzten *(P_3, P_4, M_1, M_2, M_3)* erhalten (Fig. 4).

Fig. 10.



Die Verteilung der Backenzähne im rechten Oberkiefer von *Patriocetus Ehrlichi* van Ben. (Cotype II). — Oberoligocän von Linz, Oberösterreich. — Halbe Naturgröße.

(Auf der Wurzel von M_1 eine durch Schraffur kenntlich gemachte Partie sichtbar: die Abbruchstelle der Kronenbasis. Der Gegensatz in der Größe von Krone und Wurzel kommt hier deutlich zum Ausdruck.)

Der dritte untere Prämolar ist sehr stark beschädigt und es ist über ihn nur soviel zu sagen, daß er ebenso wie alle übrigen Backenzähne zweiwurzlig war und daß am Hinterrande der lateral komprimierten Krone mehrere Zacken (wahrscheinlich vier) ausgebildet waren, die aber stark usiert sind.

Der vierte untere Prämolar ist besser erhalten. Seine Kronenbasis ragt 26 *mm* über den Alveolarrand vor; die Krone ist länger als hoch (26 : 17 *mm*). An der vorderen Kante sind schwache Zacken vorhanden gewesen, die aber abgenutzt sind. Wahrscheinlich sind zwei unter diesen Zacken größer gewesen als die übrigen. An der hinteren Kante sind vier einzelne Höcker zu zählen. Der Zahn dürfte also siebenzackig gewesen sein, wenn wir die Mittelspitze dazu zählen.

Der erste untere Molar ist im wesentlichen ebenso gestaltet wie der letzte Prämolar. Er ist sehr stark korrodiert und die Struktur des Zahnes zeigt namentlich unterhalb der Kronenbasis die schon von den oberen Zähnen beschriebene weitmaschige, spongiöse Beschaffenheit.

Der zweite untere Molar zeigt deutlich vier starke Zacken am Hinterrande der Krone. Der Vorderrand ist abgebrochen. Die Wurzel besitzt dieselbe Beschaffenheit wie die des M_1.

Der dritte untere Molar ist am besten erhalten. Außer der Hauptspitze sind in der Mitte des Vorderrandes zwei kleine, am Hinterrande vier kräftige Zacken zu beobachten; der Zahn war also siebenspitzig. Die Krone ist 25 *mm* lang und 15 *mm* hoch, also nur ganz unbedeutend kleiner als der dritte Prämolar. Die Kronenbasis steht nur 19 *mm* über den Alveolarrand vor, also weniger als beim dritten Prämolaren. Die Wurzel hat dieselbe Struktur wie jene der vorderen Backenzähne.

C. Vergleiche zwischen den Schädeln von Patriocetus Ehrlichi, den älteren Archaeoceten und den echten Bartenwalen.

Merkmale	Ältere Archaeoceten (mit Ausschluß von *Agorophius*)	*Patriocetus*	Echte Bartenwale
Lage der äußeren Nasenöffnung:	Weit vorn.	Nach hinten verschoben.	Noch weiter nach hinten verschoben.
Verhältnis der Abstände des Hinterrandes der äußeren Nasenöffnung vom Hinterende und Vorderende des Schädels:	*Protocetus* 30 : 10. *Eocetus* 30 : 12. *Zeuglodon* 30 : 20.	30 : 45.	*Plesiocetus* 30 : 52. *Balaenoptera* 30 : 44. *Megaptera* 30 : 52. *Balaena* 30 : 40. *Rhachianectes* 30 : 51.
Länge des Nasenbeines im Verhältnis zur Schädellänge (Schädellänge auf 100 umgerechnet):	*Protocetus* 31 : 100. *Zeuglodon* 23 : 100.	Wahrscheinlich 11 : 100.	*Plesiocetus* 4 : 100. *Balaenoptera* 5 : 100. *Megaptera* 8 : 100. *Balaena* 10 : 100. *Rhachianectes* 13 : 100.
Schnauzenform in der Oberansicht:	Schnauze sehr lang und sehr schlank, bei der ältesten Form *(Protocetus)* sehr schmal, bei *Zeuglodon* breiter und kürzer, aber der Außenrand des Oberkiefers in der Oberansicht stets eine nach innen konkave Bogenlinie bildend (Taf. IX).	Schnauze kürzer und breiter, besonders in der Region der Prämolaren im Vergleich zu den älteren Archaeoceten stark verbreitert; Außenrand des Oberkiefers eine nach außen schwach ausgebauchte Linie bildend (Taf. VI).	Schnauze bei den Balaenopteriden dreieckig, Außenrand nach außen schwach ausgebaucht; bei *Rhachianectes* lang und schmal, Außenrand geradlinig; bei den Balaeniden sehr schmal, Außenrand geradlinig oder schwach nach innen ausgebaucht.
Schnauzenprofil:	Bei *Protocetus, Eocetus, Zeuglodon* vollkommen gerade (Textfig. 14).	Gerade gestreckt, aber nach vorn unten geneigt (Taf. XI).	Schnauzenprofil bei den Balaenopteriden sehr schwach nach unten gebogen; etwas stärker gebogen bei *Rhachianectes*; noch stärker bei *Neobalaena* und sehr stark gebogen bei *Balaena* (Taf. XII).

Merkmale	Ältere Archaeoceten (mit Ausschluß von *Agorophius*)	*Patriocetus*	Echte Bartenwale
Zusammensetzung der Supraorbitalplatte:	Ausschließlich vom Frontale gebildet, Supramaxillare ausgeschlossen (Taf. IX).	Hauptteil vom Frontale gebildet, in der hinteren Innenecke nimmt auch das Parietale an der Zusammensetzung Anteil; Supramaxillare ausgeschlossen (Taf. VI).	Wie bei *Patriocetus*, nur findet sich bei einzelnen Gattungen längs der Zwischenkiefernaht ein schlanker Fortsatz des Supramaxillare; von der eigentlichen Supraorbitalplatte bleibt das Supramaxillare ausgeschlossen (Taf. VIII).
Grenze zwischen Frontale und Supramaxillare:	Supraorbitalplatte des Frontale vorn mit wellenförmiger Transversalnaht mit dem Supramaxillare verbunden, das sich nur im Antorbitalabschnitt unter das Frontale schiebt (Taf. IX).	Naht zwischen Frontale und Supramaxillare schwach gewellt und mehr geradlinig verlaufend, sonst wie bei älteren Archaeoceten (Taf. VI).	Naht geradlinig verlaufend, Supraorbitalplatte des Frontale vom Supramaxillare stark unterschoben, nur an der Grenzecke zwischen *Smx*, *Pmx* und *Fr* das *Fr* von einem Fortsatz des *Smx* überschoben, der aber einigen Formen (zum Beispiel *Rhachianectes*) fehlt. Bei *Rhachianectes* legt sich das *Smx* mit einer dünnen, sehr schmalen Platte auch über den Vorderrand des Frontale, ebenso bei *Plesiocetus*.
Form der Schädelkapsel:	Außerordentlich schmal (Taf. IX).	Verbreitert (Taf. VI).	Bei älteren Formen ebenso, bei jüngeren Formen stärker verbreitert, aber stets schmäler als bei echten Odontoceten.
Stellung des Supraoccipitale:	Senkrecht zur Schädelachse (Taf. IX).	Etwas nach vorn gerichtet bei *Patriocetus* (Taf. VI), sehr stark nach vorn geneigt bei *Agriocetus* (Taf. VII).	Bei älteren Bartenwalen schwächer, bei jüngeren sehr stark nach vorn gerichtet, bei Balaeniden stärker als bei Balaenopteriden, am schwächsten unter den lebenden Gattungen bei *Rhachianectes* (Taf. XII, 3).
Oberfläche des Supraoccipitale:	Sehr stark ausgehöhlt, schmal (Taf. IX).	Stark ausgehöhlt, breit bei *Patriocetus* (Taf. VI); schwach gewölbt und sehr breit bei *Agriocetus* (Taf. VII).	Stets sehr breit; nur bei den älteren Formen (zum Beispiel *Aulocetus)* ausgehöhlt, ebenso unter den lebenden Bartenwalen bei *Rhachianectes;* sonst ganz flach oder sehr schwach gewölbt.

Merkmale	Ältere Archaeoceten (mit Ausschluß von *Agorophius*)	*Patriocetus*	Echte Bartenwale
Form des Supraoccipitale:	Viel höher als breit, Grundform rechteckig, Oberrand bogig abgerundet (Taf. IX).	Grundform quadratisch, Oberrand eine gerade Linie bildend bei *Patriocetus* (Taf. VI); breiter als hoch, Oberrand einen schwach gekrümmten Bogen bildend bei *Agriocetus* (Taf. VII).	Grundform bei *Balaena* ebenso wie bei *Agriocetus*; sonst Grundform dreieckig, entweder spitz zulaufend (zum Beispiel *Aulocetus, Plesiocetus*) oder an der Spitze quer abgestutzt (zum Beispiel *Balaenoptera*); Übergänge zwischen den beiden letzten Typen innerhalb einzelner Arten (zum Beispiel *Megaptera nodosa*).
Crista sagittalis:	In der Mitte des Schädeldaches einen hohen medianen Kamm bildend (Taf. IX).	Temporalleisten doppelt, in der Mitte des Schädeldaches ein breites, sockelartig erhöhtes Feld einschließend, das von den Frontalia und Parietalia gebildet wird (Taf. VI); bei *Agriocetus* schwache Medianleiste zwischen den Parietalia (Taf. VII).	Temporalleisten nach vorn in Dreieckform konvergierend, Crista sagittalis fehlt (Taf. VIII).
Anteil der Parietalia an der Zusammensetzung des Schädeldaches:	Parietalia den größten Teil des Vertex bildend (Taf. IX).	Parietalia ein breites Band zwischen Frontalia und Supramaxillare auf dem Schädeldache bildend (Taf. VI).	Parietalia nur bei *Cetotherium* auf dem Schädeldache frei, sonst vom Supraoccipitale von vorn nach hinten überschoben und daher nur in den Temporalgruben frei sichtbar; schon bei *Plesiocetus* Frontalia in der Mitte des Schädeldaches an das Supraoccipitale grenzend.
Palatina:	Bei *Protocetus atavus* sehr groß, seitlich an die horizontalen, ganz flachen Pterygoidea anschließend. Bei *Zeuglodon* sind die Palatina hinten dreieckig begrenzt, und springen keilförmig unter dem Vomer nach hinten vor; sie sind bei *Protocetus* dünn, bei *Zeuglodon* sehr dick.	Palatina nach hinten ebenso abgegrenzt wie bei *Zeuglodon*, sehr dick (Taf. II).	Palatina in der Regel in der Mitte durch einen Spalt getrennt, durch welchen der Vomer sichtbar wird. Von wechselnder Form, meist von bohnenförmigem Umriß und sehr groß, aber zart.

Merkmale	Ältere Archaeoceten (mit Ausschluß von *Agorophius*)	*Patriocetus*	Echte Bartenwale
Basioccipitale und Basisphenoid:	Bei *Zeuglodon* beide Knochen fest vereinigt, eine schwach ausgehöhlte Platte bildend, die im vorderen Abschnitt seitlich von zwei niedrigen Leisten begrenzt wird. Basioccipitale mit je einem starken lateralen Flügel von rhombischer Form, der mitunter durch einen tiefen Einschnitt gespalten erscheint.	Wie bei *Zeuglodon*, aber die rhombischen Lateralflügel ungespalten (Textfig. 2; Taf. II).	Beide Knochen eine tief ausgehöhlte Rinne bildend, die halbzylindrischen Querschnitt besitzt; Lateralflügel sehr kräftig, sich in die ebenso starken Lateralflügel der Pterygoidea fortsetzend, die weit nach hinten geschoben sind.
Petrosum:	Genauere Beziehungen zu den angrenzenden Schädelknochen unbekannt. Wahrscheinlich in geschlossener Grube liegend. Das Foramen lacerum posterius liegt seitlich und innen vom Petrosum.	Petrosum in kleiner, geschlossener Grube, die vom Squamosum und Exoccipitale gebildet wird. Das Petrosum liegt daher gänzlich außerhalb der Schädelhöhle und steht mit ihr durch das Foramen lacerum posterius in Verbindung, das dieselbe Lage wie bei den älteren Archaeoceten besitzt (Textfig. 2; Taf. II).	Petrosum in weiter Öffnung der Schädelbasis liegend; infolge sehr inniger Verbindung mit dem Mastoideum zum Perioticum viel fester mit dem Schädel verbunden als bei den meisten Zahnwalen, da das Mastoideum als langer, keilförmiger Knochen zwischen Squamosum und Exoccipitale hoch an der Hinterseite des Schädels hinaufreicht.
Mastoideum:	Mit dem Petrosum vereinigt, aber Verbindungsstelle klein; mit dem Squamosum und Exoccipitale fest vereinigt, den Processus mastoideus bildend.	Ebenso (Textfig. 2, 3; Taf. II).	Ebenso, aber Verbindungsstelle mit dem Petrosum viel größer; vom Squamosum und Exoccipitale durch Naht getrennt; bedeutend kräftiger entwickelt als bei *Patriocetus*.
Tympanicum:	Bei *Zeuglodon* hinten unten mit schwacher Furche versehen; etwas stärker ist die Furche bei *Protocetus* ausgeprägt.	Unbekannt. Falls eine isoliert gefundene Bulla zu *Patriocetus* oder *Agriocetus* gehören sollte, würde sie in ihrer Gesamtform an die Bulla von *Cetotherium* erinnern.	Bei den älteren Bartenwalen (zum Beispiel *Cetotherium*) eine seichte Längsfurche auf der Unterseite; bei jüngeren Gattungen keine Rinne oder Furche auf der Unterseite vorhanden.

Merkmale	Ältere Archaeoceten (mit Ausschluß von *Agorophius*)	*Patriocetus*	Echte Bartenwale
Lobi olfactorii:	Sehr lang und schmal, weit über die Hauptmasse des Großhirns vorragend.	Kürzer als bei den älteren Archaeoceten, aber immer noch ziemlich weit vorspringend.	Rudimentär; beim erwachsenen Grönlandwal *(Balaena mysticetus)* ist nach Flower die 19 *cm* lange und 3 *cm* breite Riechlappengrube von der eigentlichen Großhirngrube getrennt.
Symphyse des Unterkiefers:	Äste nur locker miteinander verbunden, Symphyse lang.	Ebenso, aber Symphyse verkürzt.	Äste nicht miteinander verbunden, keine Symphyse vorhanden.
Kronenfortsatz des Unterkiefers:	Hoch, groß.	Niedrig, klein.	Sehr niedrig, rudimentär, bei den Balaeniden nur durch einen niedrigen Höcker angedeutet.

D. Vergleich des Gebisses von Patriocetus Ehrlichi mit dem der Archaeoceten.

1. Zahnzahl.

Protocetus atavus:[1] $\frac{3.1.4.3}{?}$

Zeuglodon Osiris:[2] $\frac{3.1.4.2}{3.1.4.3}$

Zeuglodon Isis:[3] $\frac{3.1.4.2}{3.1.4.3}$

Patriocetus Ehrlichi: $\frac{3.1.4.3}{3.1.4.3}$

Prosqualodon australe:[4] $\frac{0.1.5.3}{3.1.4.3}$

Hinsichtlich der Zahnzahl verhält sich *Patriocetus Ehrlichi* primitiver als *Zeuglodon Osiris* und *Zeuglodon Isis*, da bei diesen nur noch zwei Molaren im Oberkiefer vorhanden sind und der letzte obere Molar gänzlich unterdrückt ist.

Nach E. v. Stromer[5] ist das Fehlen des letzten oberen Molaren für alle größeren Zeuglodontiden charakteristisch.

---

[1] E. Fraas: Neue Zeuglodonten aus dem unteren Mitteleocän vom Mokattam bei Cairo. — Geol. u. Paläont. Abh., herausgegeben von E. Koken, Neue Folge, Bd. VI (Ganze Reihe, X. Bd.), 3. Heft, Jena, 1904, p. 199.

[2] E. v. Stromer: Zeuglodonreste aus dem oberen Mitteleocän des Fajûm. — Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients, XV. Bd., Wien, 1903, p. 65.

[3] E. v. Stromer: Die *Archaeoceti* des ägyptischen Eozäns. — Ibidem, XXI. Bd., 1908, p. 106.

[4] O. Abel: Cetaceenstudien, III. — Sitzungsber. k. Akad. d. Wiss., Wien, math.-nat. Kl., CXXI. Bd., Abt. 1, 1912, p. 68.

[5] E. v. Stromer, l. c., 1908, p. 148.

Aus diesem Grunde kann *Patriocetus* mit wohlausgebildetem letzten Oberkiefermolaren nicht von *Zeuglodon* abgeleitet werden.

2. Zahnwechsel.

Bei *Protocetus* und *Eocetus* ist ein Zahnwechsel bis jetzt nicht beobachtet worden. Da jedoch an dem Schädel von *Protocetus atavus* der erste obere Molar viel tiefer abgekaut ist als der vierte Prämolar, so scheint mir darin ein Beweis dafür zu liegen, daß bei *Protocetus* noch ein Zahnwechsel stattfand.

Bei *Prozeuglodon* und *Zeuglodon* ist der Zahnwechsel festgestellt und die Zähne des Milchgebisses beider Gattungen sind zum Teil bekannt.[1]

Ob bei *Patriocetus Ehrlichi* ein Ersatz der Milchzähne stattfand oder ob wie bei den Bartenwalen das Ersatzgebiß unterdrückt war, läßt sich aus den vorliegenden Resten nicht ermitteln.

3. Abstände der Backenzähne voneinander.

Bei *Protocetus*[2], *Prozeuglodon*[3] und *Zeuglodon*[4] stehen die hinteren Backenzähne (P_3, P_4, M_1, M_2 im Oberkiefer, P_3, P_4, M_1, M_2 M_3 im Unterkiefer) dicht gedrängt, so daß zwischen ihnen kein freier Raum übrig bleibt. Die vorderen Zähne sind dagegen ausnahmslos durch weite Zwischenräume getrennt (Fig. 14).

Bei *Microzeuglodon caucasicum* Lydekker[5] sind die hinteren Backenzähne des Unterkiefers durch Zwischenräume getrennt; nach E. v. Stromer[6] ist dies die einzige Ausnahme von der sonst bei allen Archaeoceten dicht gedrängten Stellung der hinteren Backenzähne[7] (Fig. 17).

Bei *Patriocetus Ehrlichi* sind alle Backenzähne durch Lücken voneinander getrennt. Hieraus ergibt sich also ein scharfer Gegensatz zwischen *Protocetus, Prozeuglodon, Zeuglodon* und den verwandten Formen einerseits und der durch *Microzeuglodon* und *Patriocetus* repräsentierten Gruppe anderseits. Auch bei *Prosqualodon* sind die Backenzähne durch weite Abstände voneinander getrennt.

4. Wurzeln der Backenzähne.

Bei den primitiveren Archaeoceten, wie *Protocetus*, sind die vorderen Backenzähne (P_1 und P_2) zweiwurzlig, alle hinteren aber dreiwurzlig. Bei *Kekenodon onomata* Hector besitzen die Backenzähne größtenteils zwei Wurzeln, die nicht so stark divergieren wie bei *Zeuglodon*, sondern sich in ähnlicher Weise aneinanderlegen wie an den vorderen Backenzähnen von *Squalodon*. Ein Zahn, den ich als ersten oder zweiten oberen Molar betrachte, ist deutlich dreiwurzlig. Bei *Zeuglodon* sind die Backenzähne insofern vereinfacht, als der erste Praemolar nur bei *Zeuglodon Zitteli* Stromer und dem in Haarlem aufbewahrten Schädel von *Zeuglodon cetoides* Owen zweiwurzlig, sonst aber einwurzlig ist, während alle hinteren Backenzähne des bleibenden Gebisses zwei Wurzeln besitzen. Nur im Milchgebiß von *Zeuglodon* sind an den zwei letzten Milchbackenzähnen, die von den Prämolaren ersetzt werden, noch drei Wurzeln ausgebildet.

---

[1] E. v. Stromer, l. c., 1908, p. 112, 113, 126, 137, 148, 158.

[2] E. Fraas, l. c., Tafel I, Fig. 2, p. 206 bis 207.

[3] C. W. Andrews: A Descriptive Catalogue of the Tertiary Vertebrata of the Fayûm, Egypt.—London, 1906, p. 243.

[4] E. v. Stromer, l. c., 1903, p. 67, 88.

[5] R. Lydekker: Proceedings Zool. Soc. London, 1892, p. 559. — E. v. Stromer: l. c., 1903, p. 89.

[6] E. v. Stromer, l. c., 1903, p. 68, 89.

[7] O. Abel: Les Odontocètes du Boldérien d'Anvers. — Mém. Mus. R. d'Hist. nat. de Belgique, III., Bruxelles, 1905.

Wurzelzahlen des bleibenden Gebisses im Oberkiefer:

	P_1	P_2	P_3	P_4	M_1	M_2	M_3
Protocetus atavus	2	2	3	3	3	3	3
Eocetus Schweinfurthi	2	2	2	2	3?	3?	3
Zeuglodon cetoides	2	2	2	2	2	2	fehlt
Zeuglodon Osiris	1	2	2	2	2	2	fehlt
Patriocetus Ehrlichi	2	2	2	2	2	2	2

Bei *Zeuglodon Osiris* ist am oberen P_1 die Verschmelzung der beiden ursprünglich vorhandenen getrennten Wurzeln zu einer einzigen dadurch angedeutet, daß auf der Wurzel eine Längsfurche zu beobachten ist, die denselben Verlauf wie an *Squalodon*-Prämolaren oder mitunter bei *Scaldicetus*-Zähnen zeigt.

Bei einem oberen Pd_4 von *Zeuglodon Osiris* ist eine schwache vertikale vierte Wurzel von Stromer beobachtet worden.

Jedenfalls ist festgestellt, daß die obereocänen Archaeoceten gegenüber den mitteleocänen eine Verminderung der Wurzelzahl der Backenzähne aufweisen, da im bleibenden Gebiß nie mehr dreiwurzlige, sondern nur noch einwurzlige und zweiwurzlige Backenzähne auftreten, und zwar ist klar zu erkennen, daß die Vereinfachung der Zähne bei den vorderen Zähnen beginnt und langsam nach hinten fortschreitet.

5. Die Reduktion der Molaren.

Die ältesten bis heute bekannten Vertreter der Archaeoceten sind *Protocetus atavus* und *Eocetus Schweinfurthi* aus dem ägyptischen Mitteleocän.

Bei *Protocetus atavus* gehört zu den auffallendsten Eigentümlichkeiten des Gebisses die unverkennbare Reduktion der Molaren, die im Vergleiche mit den Prämolaren außerordentlich klein sind und vor allem dicht gedrängt stehen. Ich habe diese Erscheinung schon 1905 eingehend erörtert und auch bei Squalodontiden in derselben Ausbildungsweise wie bei den Archaeoceten feststellen können.[1]

Eine Vermehrung des Gebisses hinsichtlich der Zahnzahl ist unter den Archaeoceten nur bei *Prosqualodon* nachzuweisen, wo der Oberkiefer jederseits neun Zähne aufweist.[2] Hier ist also ein Einschub eines Zahnes vorhanden, der im Prämolarenabschnitt zur Ausbildung gelangt ist. Die vier letzten Backenzähne sind zweiwurzlig, die vorderen einwurzlig. Der letzte Molar trägt alle Kennzeichen weit vorgeschrittener Rückbildung in der verkümmerten kleinen Krone, die auf zwei weit aus dem Kieferknochen hervorstehenden Wurzeln aufsitzt. Die Achse der oberen Backenzähne ist im hinteren Abschnitte nach vorn, die der unteren nach hinten gerichtet.

Die dichtgedrängte Stellung der Molaren bei einzelnen Archaeoceten geht Hand in Hand mit der Reduktion der hinteren Backenzähne. Bei *Protocetus, Eocetus* und *Zeuglodon* sind die Molaren kleiner als die Prämolaren und nur bei *Microzeuglodon, Patriocetus* und *Prosqualodon* ist diese Größendifferenz nicht in dem Ausmaße wie bei den anderen genannten Gattungen zu beobachten. Bei *Patriocetus* sind zwar auch die dritten und vierten Prämolaren die stärksten des ganzen Gebisses, aber der Größenunterschied gegenüber den Molaren spielt keine nennenswerte Rolle.

Wir haben also jedenfalls zwei Gruppen unter den Archaeoceten zu unterscheiden: die eine Gruppe ist gekennzeichnet durch die Reduktion der Molaren, die bei *Zeuglodon* zu der gänzlichen Unterdrückung des oberen letzten Molaren führt; die zweite Gruppe aber, zu welcher *Microzeuglodon, Patriocetus* und *Prosqualodon* gehören, weist zwar eine unbedeutende Reduktion der Molaren auf, die sich in der Verschmelzung der dritten Wurzel mit der vorderen Wurzel und in einer geringeren Gesamtgröße äußert, aber die Reduktion führt bei dieser Gruppe nicht bis zum völligen Schwunde des letzten oberen Molaren.

---

[1] O. Abel: Les Odontocètes du Boldérien d'Anvers. — L. c., p. 29.

[2] O. Abel: Cetaceenstudien, III. — L. c., p. 68.

Bei *Zeuglodon* haben die hinteren Backenzähne eine Verschiebung in der Richtung nach hinten erfahren und diese Verschiebung ist bedingt durch die Größenzunahme der beiden hinteren Prämolaren. Diese Verdrängung der Molaren aus der Zahnreihe in der Richtung nach hinten hat dazu geführt, daß die Oberkiefermolaren bis hart an die Grenze des Gaumendaches gedrängt erscheinen, während die Molaren des Unterkiefers auf die zum Coronoidfortsatz aufsteigende Kante geschoben worden sind. Die Verschiebung der Molaren gegen den Hinterrand des Gaumendaches im Oberkiefer hat bei *Zeuglodon* den gänzlichen Verlust des letzten oberen Molaren zur Folge gehabt, während auf dem aufsteigenden Rande des Coronoidfortsatzes noch Platz für den letzten unteren Molaren vorhanden war, so daß er noch erhalten blieb.

Jedenfalls bildet der Gebißtypus von *Zeuglodon* und sogar schon von *Protocetus* einen so scharfen Gegensatz zum Gebiß von *Patriocetus*, daß es unmöglich ist, die letztere Gattung von der Reihe *Protocetus—Eocetus—Zeuglodon* abzuleiten.

6. Höhe der Krone über dem Alveolarrand.

Bei den alttertiären Raubtieren ist die Zahnkrone nur durch einen kleinen Abschnitt vom Alveolarrande getrennt oder schließt sich unmittelbar an denselben an. Diese primitiven Verhältnisse sind auch an den vorderen Zähnen von *Protocetus* noch zu beobachten; an den hinteren Backenzähnen sind jedoch die Wurzeln weit aus den Kiefern herausgeschoben, so daß die Länge des freistehenden Wurzelabschnittes am oberen M_2 und M_3 fast ebenso lang ist wie die Krone selbst.

Daß diese Verhältnisse mit der Reduktion des Gebisses im Zusammenhang stehen, beweist das gleichartige Verhalten bezüglich des Abstandes der Zahnkrone vom Kieferknochen bei den älteren Physeteriden.

Bei *Zeuglodon* stehen namentlich im Unterkiefer die Zahnkronen der Backenzähne weit über den Knochen vor, und zwar sind es auch hier die Molaren, bei denen diese Erscheinung am auffallendsten ist.

Sehr stark ist dieses Hervorstehen der Zahnkronen über die Kieferknochen bei *Prosqualodon* zu beobachten. Bei keiner Archaeocetengattung ist jedoch der Abstand zwischen Zahnkrone und Kieferknochen so bedeutend wie bei *Patriocetus*, dessen frei aus dem Oberkiefer herausragender Wurzelabschnitt am letzten Oberkiefermolaren die doppelte Länge der Zahnkrone erreicht.

Ohne Zweifel ist diese Erscheinung bei *Patriocetus* als ein Anzeichen vorgeschrittener Reduktion des Gebisses und als unmittelbare Vorstufe des gänzlichen Verlustes funktioneller Zähne anzusehen.

E. Die Entstehung des Bartenwalgebisses aus dem Gebiß von Patriocetus Ehrlichi.

Seitdem Geoffroy Saint-Hilaire 1807[1] Zahnrudimente im Unterkiefer eines Grönlandwalembryos entdeckt hatte, sind zahlreiche Beobachtungen über die Zahnrudimente bei Bartenwalembryonen gemacht worden, so daß wir heute einen ausreichenden Überblick über diese rudimentären Gebilde besitzen. Von besonderer Wichtigkeit sind die Untersuchungen W. Kükenthal's[2] über die Bezahnung der Bartenwale, welcher nicht nur die älteren Beobachtungen kritisch gesichtet, sondern sehr erheblich vermehrt hat.

Nach W. Kükenthal verhält sich die Bezahnung der Bartenwalembryonen je nach dem Alter des betreffenden Fötus sehr verschieden. Während in frühen Jugendstadien im hinteren Abschnitte der Zahnreihe viele Zähne auftreten, die zwei Wurzeln und zwei oder mehr Spitzen zeigen, verschwinden diese

[1] E. Geoffroy Saint-Hilaire: Annales du Muséum d'Hist. nat. — T. X, Paris, 1807, p. 364.

[2] W. Kükenthal: Vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Waltieren. — Jenaische Denkschriften, III. Bd., Jena, 1893, p. 422. Über die einschlägige Literatur vgl. D. F. Eschricht, Untersuchungen über die nordischen Walltiere, I. Bd., Leipzig, 1849, p. 85; besonders C. Julin: Recherches sur l'ossification du maxillaire inférieur et sur la constitution du système dentaire chez le foetus de la *Balaenoptera rostrata*. — Archives de Biologie, T. I, Paris, Gent und Leipzig, 1880, p. 130 bis 135.

»Doppelzähne« bei weiterem Wachstum des Embryos und lösen sich in »Einzelzähne« auf; während bei kleineren Embryonen von *Balaenoptera rostrata* von etwa 20 *cm* Länge noch zahlreiche »Doppelzähne« im hinteren Abschnitte der Zahnreihe auftreten, erscheinen sie bei einem 49 *cm* langen Embryo derselben Art nur vereinzelt, so daß in einem Oberkiefer nur vier, im entsprechenden Unterkiefer aber nur drei »Doppelzähne« vorhanden waren.

Die Untersuchungen an etwa 30 Finwalembryonen brachten W. Kükenthal zu der Erkenntnis, daß sich im Laufe der ontogenetischen Entwicklung die ursprünglich wenig zahlreichen, aber mehrspitzigen Zähne teilen und sich in ebenso viele »Einzelzähne« auflösen, als ursprünglich Spitzen auf den mehrhöckerigen Zähnen zu zählen waren. Auf diese Weise kommt es endlich zu der Auflösung in 53 »Einzelzähne« in jedem Oberkiefer eines Finwalembryos von 123 *cm* Körperlänge, welche sämtlich in gleich weiten Abständen voneinander liegen.

Aus den Beobachtungen Kükenthals ergibt sich die für die vorliegende Frage außerordentlich bedeutungsvolle Tatsache, daß zwar die Zahl der sogenannten »Zähne« in den Kiefern der Bartenwalembryonen je nach dem Alter des Embryos schwankt, das heißt in den früheren Stadien kleiner, in den späteren größer ist, daß aber die Zahl der Spitzen konstant bleibt und im ganzen 53 nicht übersteigt.

Aus diesen klaren Tatsachen hat W. Kükenthal den richtigen Schluß gezogen, daß die große Zahl der »Einzelzähne« bei älteren Bartenwalembryonen dadurch zu erklären ist, daß die ursprünglich mehrspitzigen, rudimentären Zähne durch Teilung vermehrt werden.

Dabei ist aber zu beachten, daß die drei vordersten Zähne niemals Teilungserscheinungen zeigen. Schon frühere Beobachter hatten diese Erscheinung beobachtet, und aus diesem Grunde das Bartenwalgebiß als heterodont bezeichnet.

Fast alle Forscher über das Bartenwalgebiß kamen zu dem Ergebnisse, daß die Bartenwale von Vorfahren mit einem heterodonten Gebisse abstammen müssen.

Am weitesten ist wohl C. Julin[1] gegangen, der die Bartenwale direkt mit *Squalodon* zu verknüpfen suchte, und das Gebiß dieser Gattung als Ausgangspunkt des Bartenwalgebisses betrachtete. W. Kükenthal hat diese spezielle Frage nicht berührt.

Durch den neuen Fund von *Patriocetus Ehrlichi* im Oberoligocän von Oberösterreich wird nun die Frage der Ableitung des Bartenwalgebisses so klar beleuchtet, daß auch die verschiedenen, in der Phylogenie des Mystacocetengebisses dunkel gebliebenen Punkte vollständig aufgehellt erscheinen.

Das Gebiß von *Patriocetus Ehrlichi* befindet sich bereits im Stadium der Reduktion. Das beweist das Größenverhältnis zwischen Krone und Wurzel, das beweist ferner der weite Abstand der Krone vom Alveolarrand und endlich die überaus lockere Verbindung der Wurzeln mit den Kieferknochen, da die Wurzeln nur mit den äußersten Enden in den Knochen eingepflanzt erscheinen. Überdies zeigt die Wurzelbasis sehr merkwürdige Resorptionserscheinungen (vergl. S. 21 und 24 [175 und 178]).

Wie wir gesehen haben, besteht das Gebiß von *Patriocetus Ehrlichi* aus sieben zweiwurzligen und siebenspitzigen Backenzähnen, von denen die drei hinteren als Molaren und die vier vorderen als Praemolaren zu deuten sind. Daran schließen sich vorne ein einspitziger Eckzahn und die drei einspitzigen Schneidezähne an. Im ganzen stehen also 11 Zähne in jedem Kiefer.

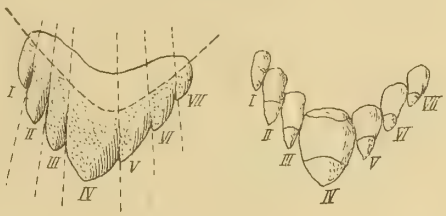
Wenn wir die Spitzen der Zähne zusammenzählen, so daß wir nicht nur die Kronenspitzen der vier vorderen Zähne, sondern auch die sieben Zacken der sieben zweiwurzligen Backenzähne als Einzelspitzen rechnen, so ergibt sich eine Gesamtsumme von 53 Spitzen, also genau derselben Zahl, die wir bei dem in »Einzelzähne« aufgelösten Gebiß des Finwalembryos wiederfinden.

---

[1] C. Julin, l. c., p. 87: »La présence de ce système dentaire chez les Baleines ne peut s'expliquer qu'en admettant que les cétacés à fanons dérivent d'un type de mammifère denté, et ce type, probablement voisin des Squalodons, se rattache aux Pinnipèdes par l'intermédiaire des Zeuglodons.«

Nach diesem Befunde kann es keinem Zweifel mehr unterliegen, daß das *Patriocetus*-Gebiß mit elf Zahnindividuen und zusammen 53 Schmelzspitzen den Ausgangspunkt des Bartenwalgebisses darstellt und daß die Entstehung des letzteren in der Weise erfolgte, daß die elf Zähne sich im Verlaufe der ontogenetischen Entwicklung in 53 Teile spalten, so daß also schließlich aus einem siebenspitzigen Backenzahn sieben einzelne Spitzen durch Teilung und fortschreitenden Zerfall hervorgehen.

Fig. 11.

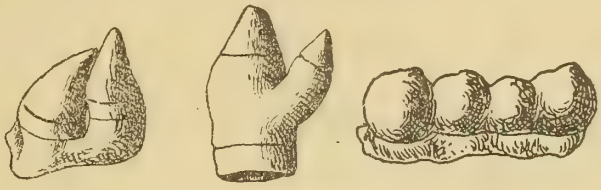


Schematische Darstellung des Teilungsprozesses eines siebenspitzigen Backenzahns vom *Patriocetus*-Typus, der bei den Balaenopteriden in sieben Einzelspitzen zerfällt. *A* der siebenspitzige Backenzahn, *B* die sieben Spitzen isoliert. I bis VII die sieben Spitzen, von hinten nach vorn gezählt.

Diese Teilung erfolgt offenbar in der Weise, daß sich vorn und hinten von den siebenspitzigen Backenzähnen ein Zahnzacken loslöst, so daß sich zuerst sechs, dann fünf, dann vier, drei und zwei Zacken auf einem Einzelzahn vorfinden, bis auch diese letzten zwei Zacken in je einen »Zahn« zerfallen. Von diesen Zerfallstadien im Laufe der ontogenetischen Entwicklung sind Typen mit vier, drei und zwei Zacken beobachtet worden.

Dieser Spezialisationsweg des Gebisses ist fundamental von jenem verschieden, den wir in der Phylogenese des Physeteridengebisses finden. Wie ich 1905 gezeigt habe, tritt auf dem Wege zur Entstehung der Squalodontiden zunächst eine starke Vermehrung der mehrwurzeligen, vorn und hinten gezackten Backenzähne ein, so daß sich das primitive Archaeocetengebiß durch Vermehrung der Backenzähne im Prämolarenabschnitt zu dem polyodonten Squalodontidengebiß

Fig. 12.



In Teilung begriffene Zahnpartien aus den Kiefern von Finwalembryonen.

A sogenannter »Doppelzahn« aus dem Oberkiefer eines Embryos von *Balaenoptera physalus* L. (Gesamtlänge des Embryos 114 *cm*).
B sogenannter »Doppelzahn« aus dem Oberkiefer eines Embryos von *Balaenoptera rostrata* Fabr. (Gesamtlänge des Embryos 49 *cm*).
C vierspitziges Zahnrudiment aus dem Oberkiefer eines Embryos von *Balaenoptera physalus* L. (Gesamtlänge des Embryos 60 *cm*, also etwa die Hälfte des Embryos *A*).

Kopien nach W. Kükenthal, l. c., 1893, Taf. XXV, Fig. 7, 12, 13. — Alle Figuren stark vergrößert.

umformt. Aus den Squalodontiden sind die Physeteriden hervorgegangen, bei welchen das Gebiß eine Reduktion erfährt; dieser Spezialisationsweg führt aber zu einer Vereinfachung der Krone, Verschmelzung der bifiden Wurzeln, Reduktion der Zackenreihen am Vorder- und Hinterrande der Kronen zu einer krenelierten Leiste und endlich zum gänzlichen Verlust der Schmelzkappen. Dieser Weg ist also von der Spezialisation und Reduktion des Bartenwalgebisses total verschieden; bei den Bartenwalen tritt keine Vermehrung der elf von den Archaeoceten übernommenen Zähne ein, sondern ein Zerfall der Backenzähne nach der Zahl der Schmelzhöckerspitzen, so daß ein Backenzahn in sieben Teile zerfällt.

Bei jenen Bartenwalen, deren Kiefer eine geringere Zahl als 53 Zahnindividuen aufweisen, handelt es sich entweder um frühere Embryonalstadien, wie bei dem von C. Julin beschriebenen Embryo von *Balaenoptera rostrata* von etwa 48 *cm* Länge (41 Zähne), oder um Reduktionserscheinungen. In dieser Frage müßten noch eingehendere Untersuchungen auf breiterer Grundlage angestellt werden, um unsere bisherigen Kenntnisse in dieser Richtung zu erweitern.

Mit voller Klarheit ergibt sich aber aus diesen Betrachtungen, daß der Prozeß des Zerfalls mehrspitziger Zähne in mehrere Einzelindividuen, wobei jedes Individuum einem Schmelzzacken des Archaeocetenzahns entspricht, ein auf die Ontogenese beschränkter Vorgang ist.

Daß die unmittelbare Ableitung des Bartenwalgebisses vom Archaeocetengebiß nicht früher erkannt worden ist, ist dadurch begründet, daß die 53 Zahnrudimente und Zahnteile als einzelne Zahnindividuen betrachtet wurden, während in Wahrheit mit Ausnahme der vier vordersten alle im Kiefer der Bartenwale auftretenden Zahnrudimente nur Teile von Zähnen und zwar die Zacken der Backenzähne repräsentieren. Diese Auffassung der 53 Zahnrudimente als Einzelzähne mußte zu der falschen Auffassung führen, daß die Bartenwale von polyodonten Vorfahren mit 53 Zähnen in jedem Kiefer abstammen, so wie die Ziphiiden von polyodonten Acrodelphiden abzuleiten sind. Die Irrtümer in der phylogenetischen Ableitung des Bartenwalgebisses beruhen somit auf einer unrichtigen Auslegung eines allerdings ungewöhnlichen ontogenetischen Prozesses.

IV. Beschreibung von Agriocetus austriacus Abel.

Agriocetus nov. gen.

Agriocetus austriacus nov. spec.

Synonyme:

Squalodon Grateloupi H. v. Meyer, 1847 (errore).
Squalodon Ehrlichii P. J. van Beneden, 1865 (partim).
Squalodon Ehrlichii J. F. Brandt, 1873 (partim).
Squalodon incertus? J. F. Brandt, 1874 (partim).

Ältere Abbildungen:

P. J. van Beneden, l. c., 1865: Pl. II, Fig. 4, Pl. III, Fig. 1 (partim).
J. F. Brandt, l. c., 1873: Tafel XXXI, Fig. 3.
J. F. Brandt, l. c., 1874: Tafel V, Fig. 1, 2.

Type:

Das im Jahre 1847 aufgefundene Schädelfragment, das im wesentlichen aus dem Schädeldach, den beiden Jochfortsätzen der Squamosa und dem Hinterhaupt mit Resten beider Condylen besteht.

Benennung der Art:

Ursprünglich hat Hermann v. Meyer diesen Schädelrest mit *Squalodon Grateloupi* aus dem Miocän von Bordeaux identifiziert und somit mit derselben Art vereinigt, welcher nach seiner Auffassung auch der im Jahre 1841 entdeckte Schädelrest angehörte. Nun hat P. J. van Beneden 1865 für beide Schädel-

reste aus Linz, die H. v. Meyer als *Squalodon Grateloupi* bestimmt hatte, die neue Art *Squalodon Ehrlichii* errichtet. Diesem Beispiel folgte J. F. Brandt noch 1873, trennte aber 1874 den zweiten Schädelrest als eine »fragliche« Art unter dem Namen »*incertus?*« ab und bemerkte, daß er vielleicht später als »*Ehrlichii*« zu bezeichnen wäre, wenn die Type des *Squalodon Ehrlichii* mit *Squalodon Grateloupi* identisch sein sollte. Ferner stellte er zu dieser dubiosen Art noch eine Bulla und einen Lendenwirbel. Diese letzteren Reste mögen auch fernerhin die Bezeichnung »*incertus?*« beibehalten. Für den Schädelrest aber, der vollkommen zu einer genauen Feststellung der systematischen und phylogenetischen Position der Art ausreicht, muß eine neue Gattung und Art errichtet werden, um alle Mißverständnisse und Verwechslungen für die Zukunft auszuschließen und ich benenne daher diesen Rest als *Agriocetus austriacus*.

Fundort: Linz in Oberösterreich.

Geologisches Alter: Obere Grenze des Oberoligocäns gegen das Miocän.

Lagerungsverhältnisse: Wie bei *Patriocetus Ehrlichi* (vergl. S. 7 [161]).

Erhaltungszustand: Wie bei *Patriocetus Ehrlichi* (vergl. S. 7 [161]).

Der Schädel wurde als Fragment in den Sand eingebettet, wie die anhaftenden Sandkörner auf den Bruchflächen der Knochen beweisen.

Diagnose.

Nur Schädelfragment bekannt. Supraoccipitale sehr groß, schwach gewölbt, mit Mittelkiel, der gegen die Parietalia an Stärke zunimmt. Parietalia in der Mitte des Schädeldaches schwach gekielt. Mitte des Schädeldaches von einem Sockel gebildet, der aus den Mittelteilen der Parietalia und Frontalia besteht und gegen die Supraorbitalplatten mit steiler Wand abfällt. Supraorbitalplatten breit, im vorderen Teile von den Frontalia, in der hinteren Innenecke auch von den Parietalia gebildet. Schläfengruben sehr tief und lang, aber sehr niedrig. Processus praeglenoidalis dem Processus postorbitalis stark genähert. Mastoid mit dem Petrosum und mit dem Squamosum verwachsen. Petrosum in tiefer Grube, die vom Squamosum gebildet wird. Processus mastoideus und P. paroccipitalis durch den Sulcus mastoideus getrennt. Abschnitt der Hirnhöhle für die Bulbi olfactorii scharf von der übrigen Hirnhöhle getrennt, lang und schmal, aber viel tiefer gelegen als der Hauptabschnitt des Gehirns.

Sulcus opticus auf der Unterseite der Supraorbitalplatte breit und tief. Gesamtbild des Schädels wesentlich durch die geringe Höhe der Schädelkapsel, die Größe, Neigung und schwache Wölbung des Supraoccipitale bedingt.

A. Beschreibung des Schädelfragments.

Das Schädelfragment umfaßt folgende Knochen: beide Frontalia, beide Parietalia, beide Squamosa, einen großen Teil des Supraoccipitale, fast die ganzen Exoccipitalia und Teile der beiden Pterygoidea (Taf. IV, Fig. 2; Taf. V; Taf. VII).

1. Frontale.

Die beiden Frontalia sind in ihren Hauptteilen gut erhalten und nur die Ränder der Supraorbitalplatten teilweise beschädigt. Diese Lücken im Außenrand der großen Seitenplatten sind jedoch so unbedeutend, daß die Umrisse der Frontalia vollständig sicher rekonstruiert werden können.

Das Frontale von *Agriocetus austriacus* zerfällt in zwei Abschnitte: einen mittleren, der das Dach der Schädelhöhle, und einen lateralen, der das Dach der Augenhöhle bildet. Der mittlere Abschnitt liegt bedeutend höher als die Supraorbitalplatte und ist von derselben durch einem scharfkantig begrenzten und fast senkrechten Abfall getrennt.

Betrachten wir die Frontalia von der Oberseite, so sehen wir zunächst, daß die Seitenflügel viel weiter nach vorn reichen als der erhöhte, mittlere Schädeldachabschnitt. Der letztere fällt mit einer breiten Nahtfläche sehr schräg von hinten oben nach vorn unten ab; diese Fläche ist die Naht gegen

die Nasalia, Praemaxillaria und Supramaxillaria. Die Nahtfläche hat trapezförmigen Umriß, und zwar ist die Höhe des Trapezes 30 *mm*, die längere Seite 76 *mm* und die kürzere Seite 60 *mm*. Die vorderen Ecken des Trapezes, also die Enden seiner Basis, sind nach vorn und außen zu dreieckigen Lappen verlängert, so daß die Vorderseite der Frontalia an der Grenze gegen die Nasalregion bogenförmig ausgeschnitten erscheint.

Die Mittelnaht der Frontalia ist wie sämtliche anderen Nähte vollständig obliteriert; daraus allein ergibt sich schon das hohe Alter des Individuums. In der Mitte des Schädeldaches bilden die Stirnbeine ein rechteckig begrenztes Feld von 60 × 30 *mm*, dessen Längsseiten senkrecht zur medianen Symmetrieebene des Schädels verlaufen. Nach außen fällt das Frontale mit einer steilen Wand ab und geht in den Supraorbitalabschnitt über, der sich von dieser Wand aus mit geringer Neigung nach außen und vorn gegen den Orbitalrand zu abdacht. Der Orbitalrand selbst bildet einen sehr sanft geschwungenen Bogen, der rechterseits sehr gut erhalten ist, so daß wir feststellen können, daß der Processus postorbitalis des Frontale einen stumpfen Knopf bildet, der auf der Unterseite eine dreieckig umgrenzte Abflachung zeigt.

Der Hinterrand der Supraorbitalplatte verläuft in sigmoidaler Krümmung vom Processus postorbitalis aus gegen die obere Ecke der Temporalgrube. Die Supraorbitalplatte wird zwar in ihrem größten Teile vom Frontale gebildet, aber die hintere Ecke der Platte besteht aus einem flügelartig vorspringenden Fortsatz des Parietale. Die Naht zwischen Parietale und Frontale ist zwar im Bereiche der Supraorbitalplatte obliteriert, aber ihr Verlauf ist an einer Einsenkung in Form einer Rinne, die von der Fronto-Parietalgrenze in der Mitte des Schädeldaches ihren Anfang nimmt, mit Bestimmtheit festzustellen.

Betrachten wir die Frontalia von der Unterseite des Schädels aus (Taf. IV, Fig. 2), so fällt zunächst ein kräftiger Wulst auf, der in Bogenlinie vom Postorbitalfortsatz nach innen und hinten zieht und an der Stelle endet, wo das Frontale mit dem Orbitosphenoid zusammentrifft. Ebenso zieht ein kräftiger Wulst vom Processus antorbitalis nach hinten und innen; zwischen diesen beiden Wülsten erscheint nun eine langgestreckte, gegen innen zu immer tiefer werdende Rinne abgegrenzt, die durch eine große Öffnung in das Schädelinnere mündet. Diese Rinne bezeichnet den Verlauf des Nervus opticus und die in das Schädelinnere mündende Öffnung ist sonach als das Foramen opticum anzusehen.

Der Wulst, welcher die Rinne für den Augennerv hinten bis in das Schädelinnere begleitet, endet vor dem Orbitosphenoid in einer dicken, knopfartigen Auftreibung. Diese beiderseitigen Protuberanzen des Frontale schließen die große Fossa rhinencephalica von dem hinteren bedeutend umfangreicheren Abschnitt der Gehirnhöhle ab. Leider ist der vordere Teil des Daches der Riechhöhle mit einer Sandkruste überzogen, die der Präparation hartnäckigen Widerstand leistet und verhindert, die Lage und Größe der Foramina olfactoria festzustellen. Indessen lassen sich die Größenverhältnisse zwischen dem Riechlappenabschnitt und den übrigen Teilen des Großhirns mit ziemlicher Genauigkeit messen. Der Riechlappenabschnitt füllt eine halbeiförmige Grube in den Frontalia aus, die 80 *mm* lang und zwischen den Foramina optica 45 *mm* breit ist. Der sich hinten an den Riechlappenabschnitt anschließende Teil des Gehirns füllte einen Hohlraum aus, dessen laterale Ausdehnung zirka 100 *mm* und dessen sagittale Länge 96 *mm* beträgt. Der Riechlappenabschnitt besitzt nur mäßige Höhe im Vergleiche mit den Großhirnhemisphären. Jedenfalls ist die relativ große Ausdehnung des Riechlappenabschnittes sehr bemerkenswert und das Gehirn von *Agriocetus* erweist sich dadurch als primitiver wie jenes der Bartenwale; im Vergleiche zu *Zeuglodon*, dessen Gehirn von Elliot Smith und E. v. Stromer beschrieben worden ist, nimmt dagegen *Agriocetus* durch die Verkürzung und Verbreiterung der Lobi olfactorii eine vorgeschrittenere Stellung ein.

Die Fossa cerebellaris ist leider nicht zu beobachten, da gerade an dieser Stelle das Hinterhaupt schwer beschädigt ist.

2. Parietale.

Die Parietalia nehmen an der Bildung des äußeren Schädeldaches in Form eines breiten Bandes Anteil, bilden die hintere Ecke der Supraorbitalplatten und setzen einen Teil der Temporalgrubenwand zusammen. Inwieweit sie an der Zusammensetzung der Innenseite des Schädeldaches beteiligt sind, läßt sich infolge der vollständigen Obliterierung aller Nähte im Bereiche der Hirnhöhle nicht feststellen.

Die Parietalia grenzen auf der Oberseite des Schädeldaches vorn an die Frontalia und hinten an das Supraoccipitale (Taf. V, Fig. 2; Taf. VII).

Ganz ebenso wie bei den Frontalia ein medianer, erhöhter Sockel in der Mitte des Schädeldaches von den seitlichen Flügeln durch einen Steilabfall getrennt ist, ist dies auch bei den Parietalia der Fall. In der Mittellinie stoßen die Parietalia zu einem etwas erhöhten, aber abgerundeten Kamm zusammen, von dem aus die Parietalia mit geringer Neigung nach außen zu abfallen. Das Vorhandensein dieses Kammes ist deshalb von Wichtigkeit, weil er trotz seiner schwachen Ausbildung unverkennbar als der Rest des starken Scheitelkammes der älteren Archaeoceten zu betrachten ist. Er setzt sich, immer stärker werdend, in der Mittellinie gegen das Supraoccipitale fort und erreicht an der Stelle, wo beide Parietalia mit dem Supraoccipitale zusammentreffen, seine größte Stärke (Taf. VII).

Die Steilränder, die den medianen Sockel des Schädeldaches von den tiefer gelegenen Supraorbitalplatten trennen, divergieren im Bereiche der Parietalia nach hinten und außen und laufen vor dem Vorderrande des Supraoccipitale bis zum Oberrande der Schläfengrube, so daß der Steilrand, welcher die Supraorbitalplatte begrenzt, nicht unmittelbar mit dem Supraoccipitale zusammentrifft; es bleibt noch ein schmales Band des Parietale zwischen der Supraorbitalplatte und dem Supraoccipitale beiderseits frei.

Betrachten wir den Verlauf des Parietale im Bereiche der Schläfengrube, so fällt uns zunächst auf, daß die Supraorbitalplatte auch in dieser Region scharf von dem hinten sich anschließenden Teile der Schläfengrube abgesetzt ist. Die Supraorbitalplatte stößt unter einem Winkel von etwa 75° mit der Wand der Schläfengrube zusammen; diese Stelle ist aber nicht etwa die Grenze zwischen Frontale und Parietale oder Parietale und Squamosum, sondern fällt mitten in das Parietale. Das Parietale grenzt auf der Unterseite des Supraorbitalflügels an das Frontale und die Squamoso-Parietalnaht zieht etwa von der halben Höhe des Supraoccipitale unter der Hinterhauptschuppe heraus schräge nach vorne und unten in die Schläfengrube. Daraus ergibt sich, daß sich die Parietalia unter dem Supraoccipitale ziemlich weit nach hinten erstrecken müssen; infolge der Bedeckung mit der mehrfach erwähnten Sandkruste und der Verwachsung der Nähte ist aber die Grenze zwischen Supraoccipitale und Parietalia in dieser Region nicht sicher festzustellen.

3. Squamosum.

Das Squamosum zerfällt in den Temporalabschnitt und in den Processus zygomaticus.

Über den Abschnitt des Squamosums im Bereiche der Schläfengrube ist wenig zu sagen. Wichtig ist das Vorhandensein eines scharfen Kieles, mit welchem das Squamosum am Unterrande der Schläfengrube endet und der sich nach vorn bis zu dem Frontalwulst hinter dem Foramen opticum fortsetzt (Taf. IV, Fig. 2).

Vom Außenrande des Supraoccipitale zieht sich ein starker Wulst in Bogenform gegen den Jochfortsatz und verläuft auf dessen Dorsalseite. Der letztere Wulst bildet ein kurzes Stück weit die Grenze zwischen Squamosum und Exoccipitale; während sich aber dann diese Grenznaht rasch nach hinten wendet und zwischen dem Processus paroccipitalis des Exoccipitale und dem Processus mastoideus auf die Unterseite des Schädels wendet, läuft der vom Supraoccipitale gegen das Squamosum herabziehende Wulst von der Trennungsstelle des Squamosums und Exoccipitale an gegen vorn und bildet auf diese Weise den hinteren Abschluß der Schläfengrube (Taf. V, Fig. 2).

Von der Seite betrachtet, erscheint der Außenrand des Jochfortsatzes bogenförmig gekrümmt; der Processus praeglenoidalis liegt höher als der Processus postglenoidalis. Der Processus praeglenoidalis ist dem Processus postorbitalis sehr genähert; der Abstand beider Vorsprünge beträgt nur 15 *mm* (rechterseits gemessen). Zwischen dem Processus postglenoidalis und dem die Temporalgrube abschließenden Kamm des Squamosums liegt eine rundliche Grube von der Größe eines Fingereindrucks (Taf. V).

Bei der Betrachtung der Unterseite des Squamosums fällt zunächst auf, daß der Processus praeglenoidalis vorn mit fast halbkreisförmiger Rundung endet (Taf. IV, Fig. 2). Die Unterseite des Jochfortsatzes ist gleichmäßig ausgehöhlt, und zwar bildet diese Aushöhlung eine weite, flache Wanne. Eine Gelenkfläche

für den Condylus des Unterkiefers ist im Bereiche des Jochfortsatzes nicht scharf abgegrenzt; dies spricht zweifellos für eine große Beweglichkeit und Bewegungsfreiheit des Unterkiefers.

Die Region innerhalb und hinter dem Processus postglenoidalis ist in mehrfacher Hinsicht von besonderem Interesse.

Vom Hinterende des Jochfortsatzes zieht auf der Unterseite des Squamosums ein scharfkantiger Kamm gegen innen und hinten und endet mit einem pyramidenförmigen Vorsprung oberhalb einer unregelmäßig gestalteten Grube. Von diesem pyramidenförmigen Fortsatz entspringt ein zweiter Kamm, der sich gegen den Einschnitt zwischen Processus postglenoidalis und Processus mastoideus richtet und mit dem früher erwähnten Kamm ziemlich stark divergiert. Zwischen diesen beiden Kämmen verläuft eine Rinne von der Form eines der Länge nach halbierten Trichters (Taf. IV, Fig. 2).

Diese Rinne kann nichts anderes als der Meatus auditorius externus sein, da sie an dem Fortsatze beginnt, der sich unmittelbar an die große, für das Perioticum bestimmte Grube anschließt. Ich bezeichne daher die Grube als die Fossa petrosi und den von ihr nach außen zu gelegenen Fortsatz als den Processus praeperioticus. Er ist rechterseits deutlicher zu beobachten als linkerseits.

Die Furche zwischen Processus mastoideus und Processus paroccipitalis, die als Sulcus mastoideus bezeichnet werden kann, richtet sich gleichfalls gegen die Fossa petrosi und verschwindet in ihr. Es erscheint mir sehr wichtig, daß bei *Agriocetus* ebensowohl als bei *Patriocetus* das Mastoid mit dem Petrosum vereinigt ist; die Verbindungsstelle ist aber, wie das linke Perioticum von *Patriocetus Ehrlichi* zeigt, nur sehr schwach und daher konnte das Petrosum leicht abbrechen. Die auffallende Ähnlichkeit in der Begrenzung und Form der Fossa petrosi bei *Patriocetus* und *Agriocetus* läßt den sicheren Schluß zu, daß bei der letztgenannten Form das Petrosum ebenso wie bei *Patriocetus* gestaltet war.

Diese Verhältnisse sind in phylogenetischer Hinsicht von großer Wichtigkeit, da bei den Bartenwalen das Mastoideum die Rolle übernommen hat, das in einer weiten Öffnung der Schädelbasis liegende Petrosum mit dem Schädel fest zu verbinden und den Gehörapparat auf diese Weise zu fixieren.

Bei *Agriocetus* sind zwar die Knochennähte in dieser Schädelregion vollkommen verstrichen, doch glaube ich nicht fehlzugehen, wenn ich annehme, daß der Sulcus mastoideus auch hier die Grenze zwischen Mastoideum und Exoccipitale bezeichnet, während der Meatus auditorius externus die Trennungslinie zwischen Mastoideum und Squamosum andeutet. Die Fossa petrosi wird wahrscheinlich vom Squamosum und Exoccipitale gebildet. Öffnungen sind in dieser Grube nicht festzustellen, mit Ausnahme eines kleinen Loches in der rechten Fossa petrosi, welches vielleicht die Austrittsstelle eines Blutgefäßes andeutet.

Das Squamosum tritt auf der Unterseite des Schädels mit dem Pterygoid in Verbindung; die Naht ist zwar verwachsen, aber ihre Lage noch deutlich erkennbar.

4. Exoccipitale.

Die Exoccipitalia sind nur in Bruchstücken erhalten. Die beiderseitigen Processus paroccipitales sind gut erhalten, aber mit einer fest anhaftenden Sandkruste übermantelt, so daß Einzelheiten ihrer Oberflächenformen nicht beobachtet werden können. Die Condylen sind soweit erhalten, daß auch der Umriß des Foramen magnum festgestellt werden kann; es ist auffallend niedrig und sehr breit, so daß die Höhe des Foramens nur etwa halb so groß ist wie seine Breite. Die Bruchflächen sind alt, wie aus dem festen Überzuge von grobem Quarzsand auf ihnen hervorgeht.

5. Supraoccipitale.

Das Supraoccipitale ist in seiner Größe, seiner Beziehung zu den angrenzenden Knochen, seiner Wölbung, vor allem aber durch seine außerordentlich schräg nach vorn gerichtete Stellung der bezeichnendste Knochen des Schädelfragmentes.

Während alle älteren Archaeoceten ein steil aufgerichtetes, tief ausgehöhltes und an den Rändern emporgezogenes Supraoccipitale besitzen, treffen wir bei *Agriocetus* ganz verschiedene Verhältnisse an, welche diese Gattung von *Patriocetus* fundamental unterscheiden.

Betrachten wir das Supraoccipitale von oben, so sehen wir, daß es vorn mit einer weiten Bogenlinie gegen die Parietalia endet; oberhalb der Schläfengrube wenden sich die Außenkanten des Knochens stärker nach hinten und ziehen sich dann gegen die Condylen herab. Die Mittellinie des Supraoccipitale ist durch einen kräftigen Kamm bezeichnet, der nach vorn und oben zu an Stärke stetig zunimmt und seine stärkste Stelle an der Stelle erreicht, wo der Knochen in der Mittellinie des Schädeldaches an die Parietalia grenzt.

Betrachten wir die Hinterhauptschuppe im Profil, so fällt uns sofort die außerordentlich starke Neigung nach vorn auf. Kein Archaeocet und kein Odontocet zeigt ähnliche Verhältnisse; nur bei den Bartenwalen treffen wir eine ähnliche Schrägstellung des Supraoccipitale wieder. Der eigentümliche Eindruck des Schädelprofils wird noch dadurch erhöht, daß der Schädel außerordentlich niedrig ist, eine Erscheinung, die wir gleichfalls nur noch unter den Bartenwalen wiederfinden (vergl. Taf. V, Fig. 1 mit Taf. XII).

Im Profile erscheint das Supraoccipitale sehr schwach gewölbt; oberhalb der Condylen ist es scharf von diesen abgesetzt (Taf. V, Fig. 1).

Die geringe Schädelhöhe, die merkwürdigen Formen des Supraoccipitale, seine schwache Wölbung, seine ungewöhnliche Größe (es mißt 140 *mm* in der Breite und 105 *mm* Höhe bei einem bizygomatischen Durchmesser von 260 *mm*) würden allein hinreichen, um diese Gattung als eine Type zu kennzeichnen, mit der wir unter den fossilen Walen nur einige Archaeoceten und unter den lebenden Walen nur die Bartenwale in Beziehungen bringen können.

6. Pterygoideum.

Die Pterygoidea nehmen bei *Agriocetus* eine ähnliche Lage ein wie bei *Patriocetus*, soweit sich aus den vorhandenen Resten ein Urteil darüber gewinnen läßt.

Die Schädelbasis ist durch eine scharfe Kante von der Temporalgrube getrennt; das an das Squamosum beiderseits anstoßende dreieckige, schüsselförmig vertiefte und dreieckig umgrenzte Knochenfragment repräsentiert einen Teil des Pterygoids, das somit nur zu einem kleinen Teile erhalten ist. Das rechte Pterygoidfragment wurde von dem fest anhaftenden Quarzsand gereinigt und läßt die Verfolgung der Grenzlinie gegen das Squamosum zu, während der Verlauf der übrigen Grenzen unsicher ist, weil die Nähte verwachsen sind. Wahrscheinlich war die Form und Begrenzung der basalen Pterygoidplatten ähnlich wie bei *Patriocetus*, bei welchem übrigens die Ansatzstellen an die medianen Knochen der Schädelbasis nicht deutlich erkennbar sind (vergl. S. 16).

B. Systematische Stellung von Agriocetus.

Seitdem Hermann v. Meyer 1847 den Linzer *Agriocetus* als *Squalodon Grateloupi* bestimmt hatte, sind trotz der verschiedenen Versuche, die Stellung dieser merkwürdigen Cetaceenform unter den fossilen Walen zu ermitteln, alle Forscher zu dem Ergebnisse gekommen, daß es sich in der vorliegenden Form um einen Vertreter der Squalodontiden handelt.

Von der Einreihung des *Agriocetus* unter die Squalodontiden kann aber nach seinen sehr bezeichnenden Merkmalen keine Rede sein. Wir betrachten heute *Squalodon bariense* Jourdan als den typischen Vertreter der Squalodontiden und die übrigen Arten, die sich um diese Type gruppieren, zeigen ausnahmslos Merkmale, die *Agriocetus* durchaus fehlen. Bei allen echten Squalodontiden sind die Odontocetencharaktere dominierend geworden. Alle zeigen eine Überschiebung der Supraorbitalplatten durch die Supramaxillaria, während bei *Agriocetus* ebenso wie bei den Archaeoceten (mit Ausnahme von *Agorophius* und *Prosqualodon*) und ebenso wie bei den Bartenwalen die Oberkieferknochen von der Bildung der Supraorbitalplatten ganz ausgeschlossen sind. Ferner besitzt bei den Squalodontiden der

Schädel eine ganz andere Profilierung, die Schädelbasis weist eine ganze Reihe echter Odontocetencharaktere auf, so daß wir die Squalodontiden den Odontoceten angliedern müssen, während *Agriocetus* nur Merkmale besitzt, die ihn einerseits mit den Archaeoceten und andererseits mit den Bartenwalen verbinden.

Von allen fossilen Walen schließt sich *Patriocetus* am engsten an *Agriocetus* an. Freilich bestehen auch zwischen diesen beiden Gattungen noch so tiefgreifende Gegensätze, daß an eine Einreihung von *Agriocetus austriacus* in die Gattung *Patriocetus* nicht gedacht werden kann. Diese Unterschiede betreffen namentlich die Höhe des Schädels, die Größe und Form des Supraoccipitale und die Form des von den Frontalia und Parietalia gebildeten Sockels auf dem Schädeldach. Immerhin lassen sich *Agriocetus* und *Patriocetus* zusammen gegen die übrigen nächstverwandten Gruppen abgrenzen, so daß ihre Einreihung in eine Familie, die ich *Patriocetidae* nennen will, durchaus gerechtfertigt erscheint.

So wie *Patriocetus* eine Mittelstellung zwischen Archaeoceten und Mystacoceten einnimmt, so gilt dies auch für *Agriocetus*. Für *Agriocetus* sogar in noch höherem Grade, weil hier bereits im Supraoccipitale und in dem allgemeinen Schädelhabitus eine noch viel größere Ähnlichkeit mit den Bartenwalen als bei *Patriocetus* vorliegt. In manchen Merkmalen verhält sich auch *Agriocetus* noch konservativ; diese altertümlichen Merkmale liegen vor allem in den Proportionen und dem Bau des Schädeldachabschnittes zwischen dem Supraoccipitale und der Nasenöffnung. Obgleich schon bei *Agriocetus* die Parietalia in sagittaler Richtung zusammengedrängt sind und das von ihnen gebildete Querband vor dem Supraoccipitale schmäler erscheint als bei *Patriocetus*, so ist es doch noch vorhanden und unterscheidet *Agriocetus* dadurch von den ältesten Bartenwaltypen, bei denen die Scheitelbeine nur einen sehr schmalen Streifen vor dem Supraoccipitale bilden wie bei *Cetotherium Rathkei* (Taf. VIII). Immerhin sind aber diese Gegensätze nur graduell. Alle Schädelmerkmale von *Agriocetus* beweisen mit voller Klarheit, daß es sich in ihm um eine Archaeocetentype handelt, die sich in der Richtung gegen den Bartenwaltypus noch um einen Schritt weiter als *Patriocetus* entwickelt hat.

V. Archaeocetenwirbel aus den Linzer Sanden.

Im Jahre 1841 wurde in den Linzer Sanden zugleich mit dem Schädelfragmente, das später als *Squalodon Ehrlichi* beschrieben wurde und das die Type von *Patriocetus Ehrlichi* bildet, eine Anzahl von Wirbeln ausgegraben.

Zuerst wurden diese Wirbel mit dem Schädelreste des Fundes von 1841 zu einer Art vereinigt. Als im Jahre 1847 ein zweites Schädelfragment in den Linzer Sanden entdeckt wurde, das ich im vorstehenden als *Agriocetus austriacus* beschrieben habe, erklärte H. v. Meyer, daß dieses Schädelfragment als das Hinterhaupt derselben Art anzusehen sei, welcher der Schädelrest des Fundes von 1841 angehört; die Wirbel des Fundes von 1841 sowie ein einzelner einwurzliger Zahn sollen nach Meyer (Neues Jahrbuch f. Min., 1847, p. 189) einer zweiten Art angehören, deren Schädel noch unbekannt ist. Der in späterer Zeit vielbesprochene Atlas wird von Meyer in dieser Mitteilung zum erstenmal erwähnt. Im Jahre 1849 (Neues Jahrbuch f. Min., p. 549) beschrieb H. v. Meyer den Schädel eines Bartenwales, der wahrscheinlich in diesem Jahre in den Linzer Sanden entdeckt worden war, unter dem Namen *Balaenodon Lintianus* und erklärte, daß die Wirbel des Fundes von 1841 zu dieser Art gehören, während der 1847 erwähnte einzelne, einwurzlige Zahn nicht mit *Balaenodon* vereinigt werden dürfe.

Im Jahre 1849 erwähnte Johannes Müller in seiner Abhandlung über die Zeuglodonten Nordamerikas die im Jahre 1841 in Linz gefundenen Cetaceenwirbel und bestimmte sie als Wirbel von *Zeuglodon*.

Im Jahre 1865 veröffentlichte P. J. van Beneden seine »Recherches sur les Squalodons«, in welchen er auch die Linzer Wale besprach und abbildete. Diese Abhandlung hat, wie die meisten Walarbeiten

dieses Autors, in die Frage der systematischen Gliederung der Cetaceen mehr Verwirrung als Klarheit gebracht. Über die Wirbel, die er zu *Squalodon Ehrlichii* stellt, finden sich in dieser Arbeit nur folgende Angaben:[1]

»M. Ehrlich a recueilli également, à côté de la tête, une vertèbre du cou, aplatie et isolé, avec plusieurs vertèbres dorsales et lombaires. Les vertèbres dorsales sont d'une longueur ordinaire; les lombaires sont un peu plus longues que les autres.«

Bei der Besprechung der Gattung *Stenodon* bemerkt van Beneden, daß sich im Linzer Museum Reste eines Wales von bedeutenderer Größe als *Squalodon* befinden, und zwar bestehen nach van Beneden diese Reste aus einem Schädelfragment *(Stenodon lentianus* H. v. Meyer spec. = *Balaenodon Lintianus* H. v. Meyer 1849), einem Tympanicum, einem caniniformen Zahn, einem fast vollständigen Atlas und mehreren Lenden- und Schwanzwirbeln.[2]

In seinen weiteren Ausführungen hebt van Beneden hervor, daß der Atlas im Jahre 1847 gefunden wurde.

Halten wir zunächst daran fest, daß sowohl im Jahre 1841 als im Jahre 1847 in den Linzer Sanden Wirbel von Walen entdeckt worden sind. Der Atlas gehört dem Funde von 1847 an. Nach van Beneden[3] sind im gleichen Jahre mehrere Walwirbel in den Linzer Sanden gefunden worden; er beschreibt sie als Reste von *Stenodon lentianus* und führt folgende Exemplare an:

»Il existe quelques vertèbres parmi lesquelles nous pouvons citer les deux premières cervicales. Elles ont été trouvées en 1847.

»Ces deux vertèbres sont complétement soudées. Elles sont entières, sauf une partie de l'arc supérieur. Les deux condyles sont intacts. Les apophyses transverses sont peu développées.

»Les premières vertèbres étant réunies, l'animal de Lintz s'éloigne donc des Plésiocètes pour se rapprocher des Cétodontes.

»Ces mêmes vertèbres s'éloignent aussi des Zeuglodons, comme M. Ehrlich l'a déjà fait remarquer.

»Une autre vertèbre cervicale, dont le corps a environ deux centimètres d'épaisseur, est complétement isolée. Elle porte encore la base des apophyses qui vont constituer l'arc néural.

»Deux autres vertèbres, dont le corps est assez long puisqu'il mesure jusqu'à dix centimètres, appartiennent à la région lombaire, et sont extrèmement remarquables par le peu de dèveloppement de l'arc néural. Des apophyses transverses sont conservées et montrent un assez grand développement.

»Deux autres vertèbres, beaucoup plus petites, appartiennent à la région caudale. L'arc néural est, contrairement aux deux autres vertèbres très développée.

»J. Müller a cru que ces grandes vertèbres se rapportent au *Zeuglodon*, et qu'elles présentent tous les caractères d'une vertèbre caudale antérieure de ces animaux.«

J. F. Brandt hat in seinen 1873 und 1874 veröffentlichten Untersuchungen über die fossilen und subfossilen Cetaceen Europas die im Linzer Museum aufbewahrten Cetaceenwirbel an mehreren Stellen besprochen.

Zuerst (l. c., 1873, p. 42 bis 44) beschrieb Brandt sieben Wirbel als Reste der von ihm neu aufgestellten Gattung *Cetotheriopsis*. Diese Gattung ist synonym mit *Balaenodon* H. v. Meyer 1849 (non Owen!), ferner mit *Aulocetus* van Beneden 1861 und *Stenodon* van Beneden 1865. (Der Schädelrest, welcher einem echten Bartenwal angehört, ist als *Aulocetus lentianus* H. v. Meyer spec. 1849 zu bezeichnen.)

Zu der durch die Linzer Reste allein repräsentierten Gattung und Art »*Cetotheriopsis linziana* Brandt« (l. c., p. 40) stellt Brandt außer den oben erwähnten Schädelresten (vergl. S. 4; Brandt, l. c., 1873):

1. den im Jahre 1847 entdeckten Atlas (l. c., Tafel XVIII, Fig. 5*a*, 6*a*, 7, 8);
2. drei Lendenwirbel (l. c., Tafel XVIII, Fig. 5*b*, 5*c*, 5*d*, 6*b*, 6*c*, 6*d*, 9*b*, 10*c*, 11*d*);

[1] L. c., p. 72.

[2] L. c., p. 73.

[3] L. c., p. 77.

3. drei Schwanzwirbel (l. c., Tafel XVIII, Fig. 5*e*, 5*f*, 5*g*, 6*e*, 6*f*, 6*g*);

4. an den Wirbel *g* schließt sich in den Figuren 5 und 6 der Tafel XVIII noch ein Wirbel ohne nähere Bezeichnung an, der weder im Texte noch in der Tafelerklärung erwähnt wird. In der Tafelerkärung (l. c., 1873, p. 355) werden alle hier erwähnten Wirbel als *Squalodon Ehrlichii* van Beneden bezeichnet. Diese Änderung in der Deutung und Bestimmung der Wirbel ist durch die Abhandlung van Beneden's beeinflußt worden, wie Brandt (l. c., 1873, p. 326) erklärt. Auf p. 332 bis 333 kommt Brandt noch einmal auf diese Wirbel zu sprechen und hebt die Ähnlichkeit des Atlas mit dem des *Squalodon Grateloupi* hervor. Die übrigen Wirbel erscheinen Brandt nach den p. 333 geäußerten Anschauungen nunmehr sehr zeuglodonähnlich, so daß er die Gattung *Cetotheriopsis* auf das Schädelfragment und die Kieferbruchstücke beschränkt.

In den »Ergänzungen« zu seiner Abhandlung kommt Brandt 1874 neuerlich auf diese Wirbel zurück. Er erklärt hier (l. c., 1874, p. 37) die von ihm früher zu *Cetotheriopsis* gestellten Wirbel als Reste des *Squalodon Ehrlichii* und zwar nicht nur die Lenden- und Schwanzwirbel, sondern auch den Atlas (l. c., 1874, p. 39).

Die von van Beneden als Halswirbel von *Stenodon* beschriebenen Reste hat Brandt bei seinen Untersuchungen im Linzer Museum im Herbste 1873 nicht auffinden können; fünf Halswirbel von abweichendem Erhaltungszustande gehören nach Brandt überhaupt keinem Wale, sondern einer Sirene an.

Der von Brandt (l. c., 1873, Tafel XVIII, Fig. 5*f* und 6*f*) abgebildete Caudalwirbel gehört nach seinen späteren Untersuchungen einem kleineren Individuum derselben Art wie die großen Wirbel an (l. c., 1874, p. 40).

Der (l. c., Tafel XVIII, in Fig. 5 und 6 hinter *g*) abgebildete Caudalwirbel, den Brandt nicht weiter erwähnte, gehört nach seinen späteren Studien »vielleicht einer vom *Squalodon Ehrlichii* abweichenden, allerdings noch sehr fraglichen Art *(Squalodon hypsispondylus* ? Nob.)« an. Eine neue Abbildung hat Brandt (l. c., 1874, Tafel V, Fig. 9 bis 12) mitgeteilt.

Einen weiteren Wirbel aus den Linzer Sanden, welcher der Lendenregion eines Wales angehört, hat Brandt (l. c., 1874, Tafel V, Fig. 5 bis 8, p. 45) als »mutmaßlich *Squalodon incertus*« angehörig beschrieben und abgebildet.

Endlich hat Brandt (l. c., 1874, Tafel I, Fig. 7 bis 15, p. 8 bis 10) vier Wirbel beschrieben und abgebildet, die nach ihm zu *Cetotheriopsis linziana* gehören. Diese vier Wirbel bestehen aus einem der vordersten Rückenwirbel, einem vorderen, einem mittleren und einem hinteren Lendenwirbel. Der Zeitpunkt des Fundes dieser Wirbel konnte schon 1873 nicht mehr festgestellt werden.

Überblicken wir diese Art der Bestimmung und Untersuchung von ganz ungenügenden Resten, so werden wir es begreiflich finden, warum wir so lange Zeit nicht zu einer richtigen Erfassung der Bedeutung einzelner der Linzer Funde gelangt sind. Die Unterscheidung von fossilen Resten, die kaum näher bestimmbar sind, hat das Bild gänzlich verschleiert und verwirrt und die Ungenauigkeit der Untersuchungen sowie das Zurücktreten morphologischer Vergleiche haben die wirklich wichtigen Reste unter dem Wust unbrauchbaren Materials verschwinden lassen.

Von größerer Wichtigkeit sind nur die Wirbel des Fundes von 1841, die bald zu *Cetotheriopsis (Aulocetus* oder *Stenodon)*, bald zu *Squalodon Ehrlichii* gestellt wurden. Es sind dies dieselben Reste, welche Johannes Müller kannte und zu *Zeuglodon* stellte. Stromer hat sich in seiner Abhandlung über die ägyptischen Urwale (l. c., 1903, p. 86) dieser Auffassung angeschlossen, aber eine neuerliche Untersuchung dieser Reste vor einer endgültigen Entscheidung über ihre Bestimmung für unerläßlich bezeichnet.

Vor allen Dingen ist daran festzuhalten, daß die drei Lendenwirbel und die mit ihnen gefundenen drei Schwanzwirbel zwar aller Wahrscheinlichkeit nach zusammen mit der Type des *Patriocetus Ehrlichi* im Jahre 1841 gefunden worden sind, daß sie aber sicher nicht mit dem Atlas gefunden wurden. Soweit das Studium der Quellen ergibt, ist dieser vielbesprochene Atlas erst im Jahre 1847 entdeckt worden. Ich

habe ihn im Jahre 1912 in Linz untersucht und bin zu dem Ergebnisse gelangt, daß er unter keinen Umständen *Patriocetus Ehrlichi*, sondern einem größeren Wal, und zwar einem echten Bartenwal angehörte, ohne daß es möglich wäre, ihn mit Sicherheit zu *Aulocetus* zu stellen.

Die noch immer bestehende Unsicherheit über das Datum des Fundes der sechs Wirbel gebietet uns Vorsicht. Wenn es auch wahrscheinlich ist, daß diese Wirbel mit der Type von *Patriocetus Ehrlichi* gefunden worden sind, so läßt sich dies heute doch nicht mehr mit voller Sicherheit nachweisen.

Auf jeden Fall handelt es sich um typische Archaeocetenwirbel, und zwar bestehen die bezeichnenden Merkmale der Wirbel in der starken Entwicklung der Metapophysen (= Processus obliquomammillares) in Verbindung mit der geringen Höhe der Neurapophysen.

Stromer hat in seinen beiden Abhandlungen über die Archaeoceten aus den Jahren 1903 und 1908 die Auffassung vertreten, daß bei den Archaeoceten die Kleinheit der Dornfortsätze an den Caudalwirbeln als Spezialisation anzusehen ist, während in der bedeutenden Höhe der Dornfortsätze der Schwanzwirbel bei den lebenden Walen ein primitives Verhalten zu erblicken sei. Am schärfsten tritt diese Auffassung Stromer's in der Vergleichstabelle seiner Arbeit aus dem Jahre 1908 hervor (l. c., p. 166, Tabellenkolonne 71). Daraus würde der Schluß abzuleiten sein, daß zum Beispiel die Bartenwale mit den Archaeoceten nach dem Gesetze der Spezialisations-Kreuzungen und dem Dollo'schen Gesetze nicht in direkte genetische Beziehungen gebracht werden können. Stromer ist daher auch zu dem Schluße gelangt (l. c., 1903, p. 97 und l. c., 1908, p. 171), daß die *Mystacoceti* nicht als die Nachkommen der *Archaeoceti* betrachtet werden können.

Wenn wir von der sichergestellten Tatsache ausgehen, daß die Archaeoceten von Landraubtieren abstammen, so müssen wir zunächst einen Vergleich der Schwanzregion zwischen Landraubtieren und Archaeoceten durchführen. Da zeigt sich sofort, daß auch bei den Landraubtieren die Dornfortsätze der Schwanzwirbel sehr niedrig sind und daß weder ein fossiles noch ein lebendes Raubtier derartig hohe Neurapophysen wie ein moderner Wal besitzt. Nur eine einzige Gruppe unter den Fissipediern fällt durch die relative Höhe der Neurapophysen auf: die Ottern oder Lutrinen.

Bei den Landraubtieren sind die Dornfortsätze in der vorderen Thorakalregion am höchsten, bei den modernen Walen aber in der Lumbarregion. Schon J. Müller hat im Jahre 1851 diese Tatsache festgestellt.

Bei den Archaeoceten treffen wir noch ähnliche Verhältnisse wie bei den Landraubtieren an; die Kleinheit der Dornfortsätze in der Lendenregion und Schwanzregion bei den Archaeoceten ist daher als primitives und nicht als spezialisiertes Merkmal anzusehen.

Behalten wir nun im Auge, daß unter den Fissipediern die Fischottern die höchsten Dornfortsätze besitzen,[1] so wird uns dadurch sofort die Entstehungsgeschichte der hohen Neurapophysen der Lenden- und Schwanzregion bei den modernen Walen klar: Die Höhe der Neurapophysen bei den Walen ist bedingt durch die Funktion des Schwanzes und die erhöhte Tätigkeit der Schwanzmuskulatur und ist als eine durch das Wasserleben bedingte Spezialisation, nicht aber als ein primitives Merkmal zu betrachten.[2]

Die sechs Wirbel, welche jedenfalls zu einem und demselben Individuum gehören, gehören zur Hälfte der Lumbar- und zur anderen Hälfte der Caudalregion an. Der hier (siehe Textfig. 13) abgebildete Wirbel ist von allen am besten erhalten; nur die Querfortsätze sind bei dem vorhergehenden vollständiger. Der hier (nach zwei in Linz am 26. Jänner 1912 angefertigten Skizzen) dargestellte Wirbel ist das Original zu Brandt's Fig. 5*b*, 6*b*, und 9*b* (l. c., 1873, Tafel XVIII). Zu Brandt's Beschreibung wäre nur nachzutragen, daß die Lateralflächen des Wirbelkörpers je eine ovale grubenförmige Vertiefung aufweisen. Bei

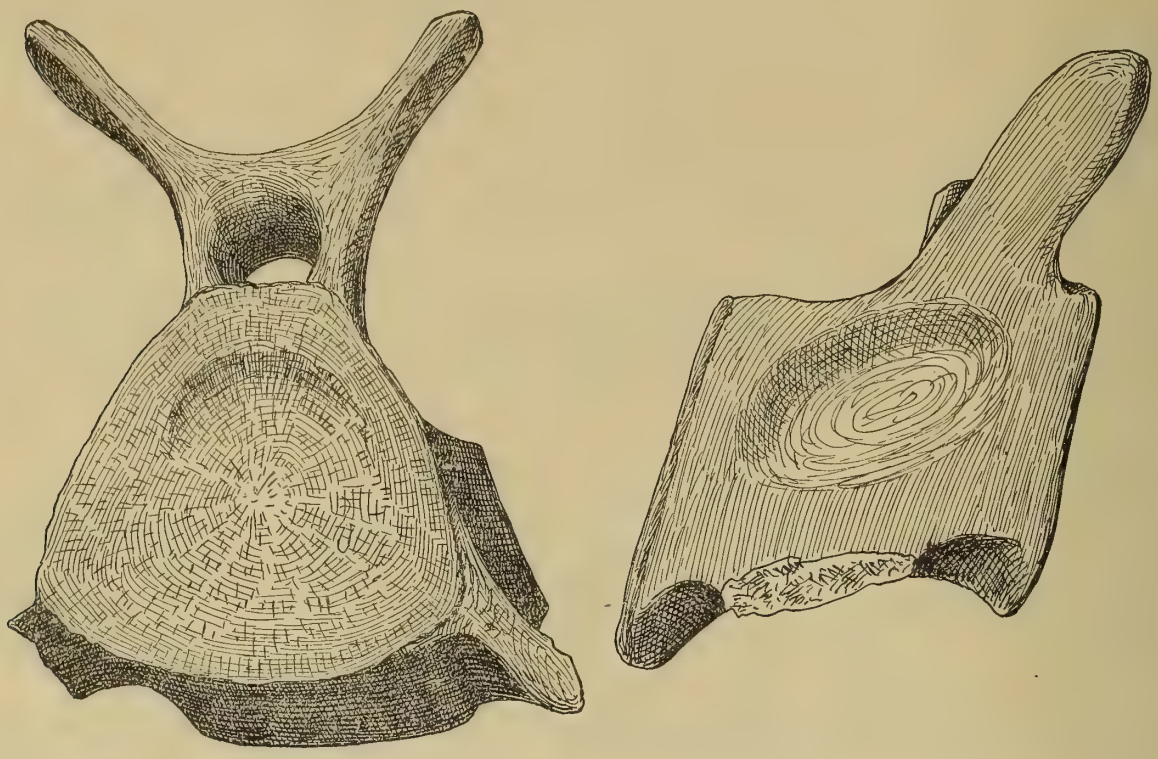
---

[1] E. v. Stromer: Die Wirbel der Landraubtiere. — Zoologica. — Stuttgart 1902, p. 82.

[2] E. v. Stromer sagt (l. c., 1903, p. 95) über die Funktion der Schwanzmuskeln bei den Archaeoceten folgendes: »Jedenfalls waren die dorsalen Muskeln des Schwanzes (Musculi levatores etc.) etwas anders ausgebildet als bei den Walen und erzielten bei einseitiger Wirkung wohl auch eine stärkere Rotationsbewegung als bei diesen.«

dem vorhergehenden Lendenwirbel (Original zu Brandt's Fig. 10*c*, 5*c* und 6*c* seiner Tafel XVIII) ist der Rückenmarkskanal höher (22 *mm*) als beim hier abgebildeten folgenden Lendenwirbel (20 *mm*). Die Epiphysen waren an der Vorderseite des Wirbelkörpers nicht so fest mit dem Körper verbunden als an dessen Rückseite; bei dem abgebildeten Wirbel fehlt die vordere Epiphyse. Der Dornfortsatz ist am vorderen Lendenwirbel der Serie am höchsten; am dritten ist sie nur mehr als niedriger Höcker zu erkennen.

Fig. 13.



Lendenwirbel von *Patriocetus Denggi* nov. gen., nov. spec. aus dem Oberoligocän von Linz in Oberösterreich.
13*a*. Ansicht von vorn. 13*b*. Ansicht von rechts.
($^1/_2$ der natürl. Größe).

Unter den Caudalwirbeln ist der letzte der Serie sehr hoch, schlank und schmal; die Processus obliquomammillares sind sehr klein, die Neurapophysen kaum wahrzunehmen.

Der von Brandt 1873 als siebenter eingereihte Wirbel der Serie, den Brandt 1874 als »*Squalodon hypsispondylus*« beschrieb, unterscheidet sich durch seine auffallend hohe und schlanke Form von den übrigen Wirbeln. Der Rückenmarkskanal ist auffallenderweise hinten höher als vorn (16 : 12 *mm*). Der Körper ist 106 *mm* lang, 78 *mm* breit und 98 *mm* hoch. Bezüglich der übrigen Maße verweise ich auf Brandt (l. c., 1874, p. 40). Die Dimensionen des hier abgebildeten Lendenwirbels sind folgende:

Länge des Wirbelkörpers	111 *mm*
Größter Abstand zwischen den Processus obliquomammillares	114 »
Höhe der Vorderwand des Wirbelkörpers	104 »
Größte Breite der Vorderwand des Wirbelkörpers	108 »
Höhe des Rückenmarkskanals	20 »
Breite des Rückenmarkskanals	30 »

Ich habe oben die Gründe auseinandergesetzt, die mich veranlaßt haben, diese Wirbel gesondert zu besprechen. Es ist möglich, daß sie zu *Patriocetus Ehrlichi* gehören, aber es ist nicht sicher. Ich möchte daher für diese immerhin sehr charakteristischen Wirbel (drei Lendenwirbel und drei Schwanzwirbel) eine provisorische Art errichten und bringe für dieselbe den Namen ***Patriocetus Denggi*** n. g. n. sp. in Vorschlag.

Die übrigen Wirbel, welche Brandt aus den Linzer Sanden unter verschiedenen Namen beschrieb, halte ich mit Ausnahme des Atlas, welcher wahrscheinlich zu *Aulocetus lentianus* gehört, für gänzlich unbestimmbar und glaube, daß hier derselbe Modus procedendi platzgreifen muß, wie ich ihn für eine Reihe unbestimmbarer Walreste aus dem belgischen Tertiär angewandt habe, nämlich eine vollständige Ignorierung derselben. Durch die Arbeiten der älteren Cetologen ist so viel Ballast durch Bestimmung, Beschreibung, Benennung und Abbildung ganz wertloser und unbestimmbarer Reste geschaffen worden, daß es an der Zeit ist, denselben aus dem Wege zu räumen.

VI. Die systematische Stellung der Archaeoceten.

Wenn wir es versuchen, den Gattungen *Patriocetus* und *Agriocetus* unter Würdigung ihrer phylogenetischen Stellung den ihnen gebührenden Platz im System der Säugetiere anzuweisen, so stoßen wir auf außerordentliche Schwierigkeiten und die Schwächen unserer Systematik treten mit voller Deutlichkeit hervor. Das zoologische System beruht eben im wesentlichen immer noch auf einem horizontalen Querschnitt des Stammbaumes und die Gruppierung in Familien, Unterordnungen, Ordnungen usw. hat die lebenden Vertreter derselben zur Grundlage, während die fossilen Formen von Fall zu Fall zwischen die lebenden eingeschachtelt werden.

Gelangen wir zur Kenntnis fossiler Formen, die sich als neue Gattungen einer noch lebenden Familie einreihen lassen, so sind wir in vielen Fällen zwar gezwungen, die Diagnose der betreffenden Familie zu erweitern und in der Diagnose einen historisch-genetischen Gesichtspunkt zum Ausdruck zu bringen, aber das Gefüge des Systems bleibt im wesentlichen unberührt. So mußte zum Beispiel die Diagnose der Familie *Physeteridae*, die zuerst von W. H. Flower ausschließlich auf die lebenden Gattungen begründet wurde, eine wesentliche Erweiterung und Änderung erfahren, als die fossilen Vertreter eingereiht wurden. In der Definition der Familie mußten die Veränderungen zum Ausdruck gebracht werden, welche das Gebiß und andere Skeletteile dieser Familie im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung durchgemacht haben. Die Diagnose dieser Familie erscheint also heute nach phylogenetischen Gesichtspunkten modifiziert und die systematische Abgrenzung ist nicht mehr eine nur horizontale, sondern auch eine vertikale.

Treten uns fossile Gattungen entgegen, die sich keiner lebenden Familie einreihen lassen, so pflegt für eine solche Form eine neue Familie errichtet zu werden; das Gefüge des zoologischen Systems erscheint durch einen solchen Vorgang einstweilen nicht weiter gelockert.

Anders liegt aber die Frage nach der Brauchbarkeit und Richtigkeit unseres zoologischen Systems, wenn der Nachweis erbracht wird, daß zwei Familien in einer gemeinsamen Wurzel zusammenlaufen. Man hat sich aber auch in diesen Fällen geholfen und die Stammgruppe als selbständige Familie oder Unterordnung von jenen Familien abgetrennt, die ohne Zweifel aus der Stammgruppe hervorgegangen sind. Hier beginnt das System und die übliche Methode der Eingliederung fossiler Formen zu versagen und ein verzerrtes Bild der tatsächlichen Verhältnisse zu liefern.

Um dies an einem Beispiel zu erläutern, sei auf die Systematik der Raubtiere verwiesen. Wir wissen durch die grundlegenden Untersuchungen von W. D. Matthew, daß aus dem großen Heer der alttertiären Raubtiere nur ein einziger Stamm bis zu den lebenden Landraubtieren führt, die als *Fissipedia* bezeichnet und in zwei Gruppen getrennt werden. Die erste dieser Gruppen, die *Arctoidea*, umfaßt die Familien der Caniden, Procyoniden, Ursiden und Musteliden; die zweite Gruppe, die *Aeluroidea*, umfaßt die drei Familien der Viverriden, Hyaeniden und Feliden. Beide heute scharf getrennten Gruppen laufen in einer Wurzel, einer gemeinsamen Stammgruppe zusammen: es ist die »Familie« der Miaciden, die mit den Arctocyoniden zu den *Eucreodi* vereinigt wurde. Da die *Eucreodi* die einzige Gruppe unter den

zahlreichen alttertiären Landraubtieren bilden, die sich bis in die Gegenwart gerettet hat, während die übrigen eocänen Vertreter der Raubtiere ohne lebende Nachkommen erloschen sind, so werden sie als »adaptive« Formen von den »inadaptiven«, erloschenen, getrennt und die ganze Gruppe als »*Creodontia*« den lebenden »*Fissipedia*« gegenübergestellt.

Dieser Vorgang der Einreihung fossiler Formen in das System hat zur Folge, daß die Ordnung der Carnivora in drei Gruppen zerlegt wird, die infolge gleichartiger Benennung als »Unterordnungen« einen gleichen systematischen Wert zu besitzen scheinen: *Creodontia*, *Fissipedia* und *Pinnipedia*. In der Tat sind aber diese Gruppen in phylogenetischer Hinsicht höchst ungleichwertig. Die *Pinnipedia*, welche aus den Fissipediern hervorgegangen sind, stehen durch die Bezeichnung »*Subordo*« neben diesen und der Stammgruppe der Creodontier in gleichem systematischen Rang. Wie sehr die heute allgemein übliche Methode des Kompromisses zwischen den Resultaten der phylogenetischen Forschung und dem rein klassifikatorischen System in diesem Falle versagt hat, bedarf keiner weiteren Erörterung.

Noch schwieriger aber wird die Stellungnahme bei der Frage der Einreihung von unzweifelhaften Übergangsformen zwischen größeren Gruppen, ein Fall, der allerdings nur selten eintritt. Wir haben feststellen können, daß *Patriocetus* in allen Merkmalen seines Schädelbaues und Gebisses ein Bindeglied zwischen der alttertiären Walgruppe der Archaeoceten und den Mystacoceten bildet. Wir könnten also mit gleichem Rechte die Gattung *Patriocetus* entweder den Urwalen einreihen oder mit den Bartenwalen vereinigen. In jedem der beiden Fälle könnten wir eine solche Einreihung vom rein morphologischen Standpunkt aus rechtfertigen und dennoch wird zugegeben werden müssen, daß der eine Weg so gut wie der andere die wirkliche phylogenetische Bedeutung dieser Übergangsform nicht zum Ausdrucke bringen kann.

Mit dem Nachweise der phylogenetischen Verbindung zweier größerer systematischer Einheiten müßten die starren Schranken zwischen beiden fallen. Dieses Durchbrechen der durch die Diagnose der beiden Gruppen gezogenen Grenzen hätte aber weiter zur Folge, daß die Diagnose der Bartenwale ganz anders formuliert werden müßte, als dies heute der Fall ist. Schließen wir *Patriocetus* und *Agriocetus* den Bartenwalen an, so müssen wir die Diagnose dieses Stammes phylogenetisch formulieren und sie wird daher ganz anders lauten als die von Max Schlosser noch 1911 beibehaltene Kennzeichnung des Stammes. Andererseits sind wir gewungen, die Diagnose der Archaeoceten nach Einreihung von *Patriocetus* wesentlich zu erweitern, ohne in beiden Fällen schon durch die Einreihung der Gattung in das System ihre Zwischenstellung zwischen den Urwalen und Bartenwalen in klarer Weise kenntlich machen zu können.

Der gebräuchliche Weg wäre, in beiden Fällen für die Gattung *Patriocetus* eine eigene »Familie«, die der *Patriocetidae*, zu errichten; dadurch kann jedoch die Übergangsstellung von *Patriocetus* zwischen den Urwalen und Bartenwalen nicht zum Ausdruck gebracht werden.

Die außerordentlichen Schwierigkeiten in der Entscheidung dieser Frage müssen den Gedanken nahelegen, ob es überhaupt möglich sein wird, beim weiteren Fortschreiten unserer Kenntnisse von den phylogenetischen Zusammenhängen einen Weg zu finden, der die Ergebnisse der Phylogenie durch die bisher übliche systematische Gruppierung zur Darstellung bringt.

Die phylogenetischen Beziehungen zwischen den einzelnen Formen und deren Gruppierung nach einem einheitlichen System werden sich überhaupt nicht restlos zur Deckung bringen lassen.

Der einzige Ausweg aus dem Irrgarten der jetzigen Systematik wäre eine Änderung der Bezeichnung jener Gruppen, die nachgewiesenermaßen als Stammgruppen anzusehen sind. Wenn wir in der »Ordnung« der Wale zwei »Unterordnungen«, die Zahnwale und die Bartenwale unterscheiden, so dürfen wir die Archaeoceten nicht als gleichwertige Kategorie anreihen, sondern werden sie am besten als Stammgruppe bezeichnen, so wie es der einzige Weg ist, die *Creodontia* den Fissipediern und Pinnipediern als »Stammgruppe« gegenüberzustellen.

Damit wäre wenigstens deutlich zum Ausdrucke gebracht, daß die Aufstellung und Abgrenzung der *Creodontia*, *Archaeoceti*, *Protungulata* u. s. f. aus phylogenetischen Gründen erfolgt ist. Dann ist es auch möglich, Ahnenformen der verschiedenen Unterordnungen in die Stammgruppe einzu-

reihen, ohne ihre Beziehungen zu den Deszendenten zu verwischen, wie das der Fall wäre, wenn *Patriocetus* entweder in die »Unterordnung« der Archaeoceten oder in jene der Mystacoceten eingereiht würde.

Die Cetaceen sind sämtlich aus der Stammgruppe der *Archaeoceti* oder Urwale hervorgegangen. In dieser Gruppe sind folgende Gattungen zu vereinigen:

1. *Microzeuglodon* Stromer, 1903.[1]
2. *Phococetus* Gervais, 1876.[2]
3. *Patriocetus* n. g.
4. *Agriocetus* n. g.
5. *Agorophius* Cope, 1895.[3]
6. *Prosqualodon* Lydekker, 1893[4].
7. *Protocetus* E. Fraas, 1904.[5]
8. *Eocetus* E. Fraas, 1905.[6]
9. *Prozeuglodon* Andrews, 1906.[7]
10. *Zygorhiza* True, 1908.[8]
11. *Zeuglodon* Owen, 1839.[9]
12. *Kekenodon* Hector, 1881.[10]

VII. Geologische und geographische Verbreitung der Archaeoceten.

I. Ägypten (Mitteleocän bis Obereocän).

Nach den letzten eingehenden Untersuchungen Stromers[11] sind aus dem Eocän Ägyptens folgende Archaeoceten bekannt:

1. *Protocetus atavus* E. Fraas.[12]
2. *Eocetus Schweinfurthi* E. Fraas.[13]
3. *Prozeuglodon atrox* Andrews.[14]
4. *Zeuglodon Osiris* Dames[15] (Fig. 14).

---

[1] E. v. Stromer: *Zeuglodon*-Reste aus dem oberen Mitteleocän des Fajûm. — Beitr. z. Palaeont. und Geol. Öst.-Ung. u. d. Orients, XV, 1903, p. 89.

[2] P. Gervais: Journal de Zoologie, V, Paris 1876, p. 70.

[3] E. D. Cope: Proc. Amer. Phil. Soc. XXXIV, 1895, p. 139.

[4] R. Lydekker: Paleontologia Argentina, II. — Anales d. Mus. d. La Plata, 1893.

[5] E. Fraas: Geolog. u. Palaeont. Abh., Neue Folge, Bd. VI (d. ganzen Reihe Bd. X), Jena, 1904, p. 201.

[6] Nom. nov. für *Mesocetus* E. Fraas 1904 (nom. praeoccup.); E. Fraas: Jahresh. Ver. vaterl. Naturk., Württemberg, 1905, p. 385.

[7] C. W. Andrews: A Descriptive Catalogue of the Tertiary Vertebrata of the Fajûm, Egypt. — London, 1906, p. 243.

[8] F. W. True: The Fossil Cetacean, *Dorudon serratus* Gibbes. — Bull. Mus. Compar. Anat. at Harvard College, LII, No. 4, Cambridge, Mass., 1908, p. 65.

[9] R. Owen: Transactions of the Geol. Soc. of London, Vol. VI, 1839, p. 96.

[10] J. Hector: Notes on New Zealand *Cetacea*: Recent and Fossil. — Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute, 1880, XIII, Wellington 1881, p. 435.

[11] E. v. Stromer: Die *Archaeoceti* des ägyptischen Eozäns. — Beiträge zur Palaeontologie u. Geologie Österreich-Ungarns u. d. Orients, XXI. Bd., Wien 1908, p. 106.

[12] E. Fraas: Neue Zeuglodonten aus dem unteren Mitteleocän vom Mokattam bei Kairo. — Geol. u. Palaeont. Abhandl., herausgeg. v. E. Koken, X. Bd. (Neue Reihe VI), 3. Heft, Jena 1904, p. 199.

[13] Ibidem; ferner (*Eocetus* nov. nom. für *Mesocetus* nom. praeocc.) in Jahresh. Ver. vaterländ. Naturkunde, Württemberg, Stuttgart, 1905, p. 385, Anm.

[14] C. W. Andrews: A Descriptive Catalogue of the Tertiary Vertebrata of the Fayûm, Egypt. — London 1906, p. 243.

[15] W. Dames: Über Zeuglodonten aus Ägypten und die Beziehungen der Archaeoceten zu den übrigen Cetaceen. — Geolog. und Palaeont. Abhandl., N. F. Bd. I, Jena, 1894, p. 189.

Fig. 15.

Schädel von *Agorophius pygmaeus* Müll. von der Seite. Unteroligocän von Südcarolina.

In $^1/_3$ der natürl. Größe. — Schädellänge 36·8 *cm*.

Zeichnung nach einer Lithographie von L. Agassiz, veröffentlicht von F. W. True (Smithsonian Institution, Nr. 1694, Washington, 1907, Taf.).

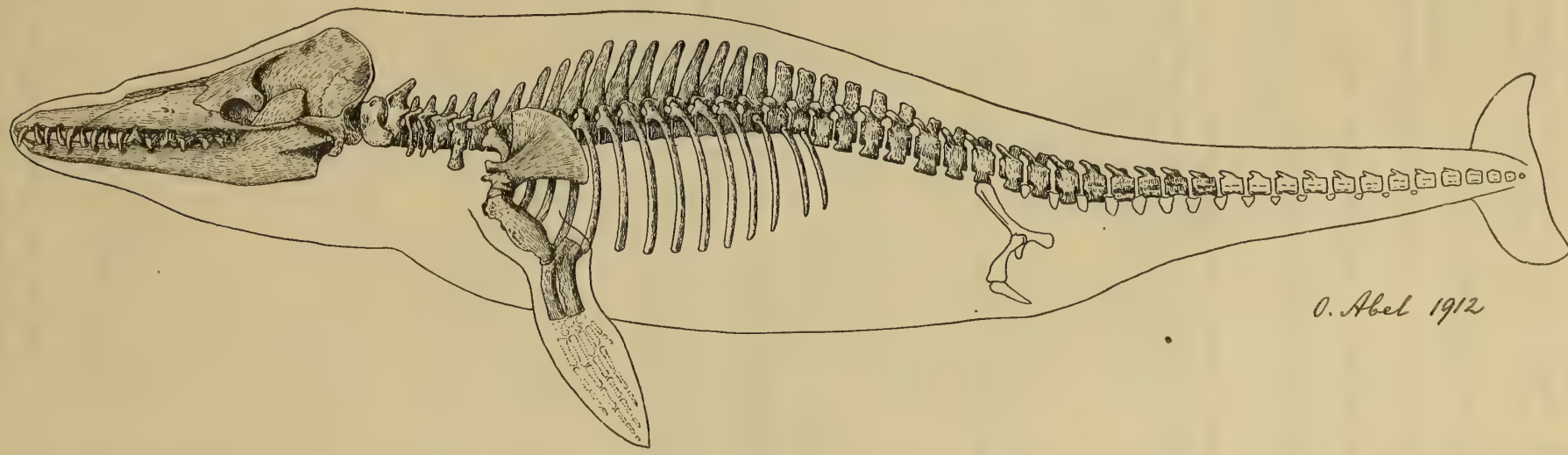
Fig. 16.

Microzeuglodon ? Harwoodi Sanger. Obereocän vom Murray River bei Wellington, Südaustralien.

Backenzahn von der Seite in natürl. Größe. (Nach E. B. Sanger.)

(Proceedings Linnean Soc. N. S. Wales, V., Sydney 1881, pag. 298, Textfig. *A*).

Fig. 14.



Rekonstruktion von *Zeuglodon Osiris* Dames aus dem Obereocän (Sagha-Stufe) des Fajûm (Ägypten). — Die Grundlage dieser Rekonstruktion ist die teilweise Rekonstruktion, welche E. v. Stromer 1908 entwarf. — Wesentliche Unterschiede der Stromer'schen Rekonstruktion und der vorliegenden betreffen hauptsächlich den Körperumriß, die hinteren Dorsalwirbel, die Halswirbel und die Lage der Brustflosse; die weiß gehaltenen Skeletteile sind unbekannt. — Gesamtlänge des Skelettes ungefähr 3 *m*.

Geologische und geographische Verbreitung der Archaeoceten.

Geologisches Alter	Vorkommen	Ägypten	Südaustralien	Nordamerika	England	Rußland	Kaukasus	Österreich	Frankreich	Südamerika	Seymourinsel	Neuseeland
Miocän	Faluns von Bordeaux; patagonische Molasse von Patagonien und der Seymourinsel; Oamarustufe Neuseelands								*Phococetus Vasconum*	*Prosqualodon australe*	*Kekenodon* spec.	*Kekenodon onomata*
Oberoligocän, Grenze gegen Miocän	Tone des Kaukasus vom Habitus des London Clay, aber sicher jünger; Basis der Linzer Quarzsande in Oberösterreich						*Microzeuglodon caucasicum*	*Patriocetus Ehrlichi, Patriocetus Denggi, Agriocetus austriacus*				
Unteroligocän	Jacksonien am Ashley River in Südcarolina; Charkower Stufe in Rußland (Kreis Kiew, Izjum und Zmijew)			*Agorophius pygmaeus*		*Zeuglodon rossicum*						
Obereocän	Kasr-es-Sagha-Stufe in Ägypten; Kalkmergel vom Murray River bei Wellington in Südaustralien; Obereocän von Alabama, Louisiana, Missisippi, Arkansas, Florida, Carolina; Barton Clay von England	*Zeuglodon Osiris, Zeuglodon Zitteli*	*Microzeuglodon Harwoodi*	*Zeuglodon brachyspondylum, Zeuglodon cetoides, Zeuglodon serratum, Zygorhiza minor*	*Zeuglodon Wanklyni*							
Übergang vom Mitteleocän zum Obereocän	Birket-el-Kerun-Stufe	*Zeuglodon Osiris, Zeuglodon Isis, Zeuglodon cfr. brachyspondylum*										
Mitteleocän	Ravine-Stufe	*Zeuglodon Isis*										
	Uadi-Rajan-Stufe	*Prozeuglodon atrox, Zeuglodon* aff. *Zitteli, Zeuglodon Isis*										
	Oberer »unterer Mokattam«	*Eocetus Schweinfurthi*										
	Basaler »unterer Mokattam«	*Protocetus atavus*										

5. *Zeuglodon Zitteli* Stromer.[1]
6. *Zeuglodon Isis* Beadnell[2] (Taf. IX).
7. *Zeuglodon cfr. brachyspondylum* Müller.[3]

II. Nordamerika (Obereocän bis Unteroligocän).

Die meisten Funde von Archaeoceten im Bereiche Nordamerikas sind im Eocän des Staates Alabama gemacht worden. Die von F. A. Lucas gesammelten Reste sind noch nicht eingehend beschrieben worden und die älteren Untersuchungen sind dringend revisionsbedürftig. Unter Vorbehalt sind heute folgende Formen zu unterscheiden:

A. Obereozäne Typen: 1. *Zeuglodon cetoides* Owen.[4]
2. *Zeuglodon serratum* Gibbes.[5]
3. *Zeuglodon brachyspondylum* Müller.[6]
4. *Zygorhiza minor* Müller.[7]

B. Aus dem Unteroligocän (Jacksonien): 5. *Agorophius pygmaeus* Müller[8] (Fig. 15; Taf. X).

Durch die Mitteilung der Originalabbildung des *Agorophius pygmaeus* von L. Agassiz, welche wir F. W. True verdanken, ist unsere Kenntnis von dem leider verloren gegangenen Schädelrest aus dem Unteroligocän von Südcarolina sehr wesentlich bereichert worden. Nun sind wir auch endlich in der Lage, eine Rekonstruktion des Schädels durchführen zu können (Taf. X).

Vor allem ist aus der alten vortrefflichen Lithographie des Schädels in drei Ansichten klar zu ersehen, daß sich der Oberkiefer mit seinem hinteren schuppenartig verbreiterten Ende in genau derselben Weise über die Supraorbitalplatte des Frontale schiebt, wie dies für die Zahnwale bezeichnend ist. Während wir also hier einem typischen Odontocetenmerkmal begegnen, finden wir im Baue der Schädelkapsel durchaus dieselben Verhältnisse wie bei den echten Archaeoceten; der Schädelbalken ist vom Supraoccipitale nicht überdeckt, sondern die Parietalia bilden ein quer über die Hirnhöhle ziehendes Band zwischen Supraoccipitale und Frontalia. Die Form der Schläfengruben, Umrisse und Form der Squamosa, Umrisse und Form der Supraorbitalplatten, Nahtgrenze zwischen Frontalia und Parietalia, Grenzen der Exoccipitalia und Form der Temporalgruben sind auf den Agassiz'schen Figuren so klar zu erkennen, daß die Rekonstruktion des Schädels mit weitgehender Sicherheit durchzuführen war.

III. Südaustralien (Obereocän).

Aus dem Obereocän[9] von Südaustralien beschrieb E. B. Sanger einen isolierten Backenzahn eines kleinen Archaeoceten unter dem Namen *Zeuglodon Harwoodi* (Fig. 16). Der Rest ist zu dürftig, um weitere Schluß-

---

[1] E. v. Stromer: *Zeuglodon*-Reste aus dem oberen Mitteleocän des Fajûm. — Beiträge zur Paläontol. u. Geol. Österreich-Ungarns und d. Orients, XV. Bd., Wien, 1903, p. 65.

[2] H. Beadnell: Report on the Topography and Geology of the Fayum Province of Egypt. — Kairo, 1905, p. 44.

[3] W. Dames, l. c., 1894, p. 199; E. v. Stromer, l. c., 1908, p. 136.

[4] C. G. Carus: Das Kopfskelett von *Zeuglodon Hydrarchus*. — Nova Acta, XXII. Bd., Breslau, 1850, p. 373. F. A. Lucas: Notes on the Osteology of *Zeuglodon cetoides*. American Naturalist, 1895, p. 745.

[5] F. W. True: The Fossil Cetacean, *Dorudon serratus* Gibbes. — Bull. Mus. Comparat. Anat. at Harvard College, Cambridge, Mass. — LII, No. 4, Cambridge, U. S. A. 1908, p. 65.

[6] J. Müller: Über die fossilen Reste der Zeuglodonten von Nordamerika. — Berlin, 1849, p. 18. — Derselbe: Neue Beiträge zur Kenntnis der Zeuglodonten. — Monatsber. d. kgl. preuß. Akad. d. Wiss., Berlin, 1851, p. 240.

[7] F. W. True, l. c., 1908. (Aufstellung der Gattung *Zygorhiza).*

[8] F. W. True: Remarks on the Type of the Fossil Cetacean *Agorophius pygmaeus* (Müller). — Smithsonian Institution, No. 1694, Washington 1907 (in 4°) p. 1.

[9] E. B. Sanger: On a Molar Tooth of *Zeuglodon* from the Tertiary Beds on the Murray River near Wellington, S. A. — Proc. Linnean Soc. New South Wales, Vol. V, Sydney 1881, p. 298. — »The beds in which the tooth was found are decidedly Eocene in character, though not identical with any particular division of the Eocene . . . Its age corresponds therefore with *Z. cetoides*, found in the Eocene beds of the Southern United States.«

folgerungen, ja selbst eine genauere Bestimmung zuzulassen; ich glaube aber, daß durch die provisorische Zuweisung dieses Restes zur Gattung *Microzeuglodon* die Verwandtschaftsverhältnisse dieser kleinen Archaeocetenart klarer zum Ausdrucke gebracht werden.[1]

IV. England (Obereocän).

H. G. Seeley[2] hat 1876 aus dem Barton Clay (Obereocän) einen Schädelrest unter dem Namen *Zeuglodon Wanklyni* beschrieben, der leider das Schicksal von *Agorophius pygmaeus* geteilt hat: er ist verschollen.[3]

Die bezeichnendsten Merkmale dieser Art bestehen, wie schon Stromer 1903 hervorgehoben hat, im Auftreten von zwei einwurzligen Kegelzähnen im Oberkiefer *(C, P_1)*, wodurch sich diese Art an *Zeuglodon Osiris* anschließt, aber vom primitiveren *Zeuglodon Zitteli* mit dem oberen zweiwurzligen P_1 unterscheidet. Mit *Z. Osiris* kann aber *Z. Wanklyni* nicht vereinigt werden, da folgende Gegensätze bestehen:

Bei *Z. Wanklyni* sind: 1. Das Cingulum der Zähne stärker.
2. Die Zacken der Backenzähne gezähnelt.
3. Die Diasteme zwischen den Zähnen viel kürzer.
4. Der Oberkiefer viel kürzer.

Somit muß *Zeuglodon Wanklyni* als eigene Art abgetrennt bleiben.

V. Rußland (Unteroligocän).

Die ersten Nachrichten über das Vorkommen von Archaeoceten im Tertiär Rußlands verdanken wir A. S. Rogowitsch, der 1871 in der Versammlung Russischer Naturforscher in Kiew über diese Funde berichtete und die wenigen damals vorliegenden Wirbelreste als *Zeuglodon cetoides* beschrieb.

Im Jahre 1873 gab O. Paulson[4] eine eingehendere Beschreibung der Reste, welche auf sekundärer Lagerstätte im Löß von Tschigirin am Flusse Tjasma (Gouv. Kiew) gefunden wurden und offenbar aus dem Alttertiär des Kiewer Beckens stammen. O. Paulson nannte diese Reste *Zeuglodon rossicus*; Brandt hat ohne Grund diesen Namen in *Zeuglodon Paulsonii* abgeändert.[5]

Vor kurzem hat A. Fedorowskij[6] neue Funde derselben Art aus dem Gouvernement Charkow beschrieben. Der Fundort liegt bei dem Dorfe Korobow Chutor im Zmijewschen Kreise des Gouvernements

---

[1] Überhaupt sollten die bedeutenden Größenunterschiede unter den verschiedenen Archaeoceten nicht so sehr unterschätzt werden, als dies manchmal geschieht. Eine Kritik der nordamerikanischen Archaeoceten läßt sich vor dem Erscheinen eingehenderer Beschreibungen der Reste aus Alabama einstweilen nicht in Angriff nehmen, doch möchte ich an dieser Stelle die Vermutung aussprechen, daß die kleine Gattung *Dorudon* etwas ganz anderes zu sein scheint, als das gewaltige *Zeuglodon* und daß zum Beispiel *Dorudon serratum* von *Zeuglodon cetoides* weit verschieden ist, und zwar so weit, daß eine Vereinigung beider in einer Gattung kaum den tatsächlichen genetischen Beziehungen Rechnung trägt. Bevor aber nicht klargestellt ist, in welchen Beziehungen die zu *Zeuglodon* gestellten nordamerikanischen Arten zu den ägyptischen stehen, ist jeder derartige Klärungsversuch nutzlos.

E. v. Stromer (l. c., 1908, p. 147) hat *Microzeuglodon? Harwoodi* Sanger in die Verwandtschaft von *Phococetus Vasconum* Delf. gestellt. Ich kann ihm darin nicht beipflichten; indessen scheinen mir *Microzeuglodon caucasicum* und *M. (?) Harwoodi* mit *Neosqualodon Assenzae* Forsyth Major in engeren Beziehungen zu stehen. Darüber müssen uns weitere Studien, vor allem aber vollständigere Reste Aufklärung verschaffen.

[2] H. G. Seeley: Notice of the Occurence of Remains of a British Fossil *Zeuglodon* in the Barton Clay. — Quart. Journ. Geol. Soc., London, 1876, p. 428. — C. W. Andrews stellte 1907 einen am selben Fundorte gefundenen Halswirbel zu derselben Art.

[3] E. v. Stromer, l. c., 1903, p. 87.

[4] O. Paulson: Über fossile Reste eines in Rußland gefundenen *Zeuglodon*. — Mémoires de l'Acad. Imp. Sci. St. Pétersbourg, 7e sér., T. XX, No. 1, 1873, p. 336 bis 339.

[5] J. F. Brandt: Ibidem, p. 336.

[6] A. Fedorowskij: *Zeuglodon*-Reste aus dem Kreise Zmijew, Gouvernement Charkow. — Arbeiten der Naturforscher-Gesellschaft an der Kais. Univers. Charkow, Bd. XLV, 1912, p. 253 bis 287, Taf. I bis III.

Charkow, und zwar ist die Fundschichte (»Charkower Stufe«) ein grüner Glaukonitsand, der nach A. Fedorowskij dem Unteroligocän angehört. Der Fund umfaßt zehn Wirbel und mehrere andere Knochenfragmente; die Wirbel sind vorzüglich erhalten. Ein zweiter Fund wurde in demselben Glaukonitsande beim Dorfe Bugajewka im Kreise Izjum gemacht; er umfaßt fünf schlecht erhaltene Wirbel. Nach A. Fedorowskij stammen alle Reste von *Zeuglodon rossicum* Paulson aus der unteroligocänen Charkower Stufe.

Brandt[1] hat 1873 einen aus dem Diluvialsande bei Kanew stammenden isolierten einwurzligen Archaeocetenzahn als *Zeuglodon Paulsonii* beschrieben und abgebildet. Stromer hat 1903[2] erklärt, daß dieser Zahn zu klein sei, um mit den Wirbeln zu einer Art vereinigt werden zu können. Er macht weiter darauf aufmerkam, daß seine Achse gerade ist, während die einwurzligen Zähne von *Zeuglodon Osiris* gebogen sind.

Stromer erklärte ferner die von Brandt *Zeuglodon Paulsonii* benannte Art als unbestimmbar und wendet sich scharf gegen das Mitschleppen solch »lästigen und unbrauchbaren Ballasts« in der Literatur.

Durch die neuen, von A. Fedorowskij 1912 beschriebenen Funde im Unteroligocän Rußlands ist aber nunmehr mit voller Sicherheit festgestellt, daß es sich bei diesen Resten um Archaeocetenwirbel vom Typus der *Zeuglodon*-Wirbel handelt. Nun erscheint auch die Frage des isoliert gefundenen Zahnes in anderem Lichte.

Von allen Archaeocetenzähnen, die bei einem Vergleiche in Betracht kommen, ähnelt dieser Zahn am meisten dem ersten Inzisiven von *Patriocetus Ehrlichi*, der gleichfalls eine gerade Achse besitzt und mit dem er nicht nur in seiner Gesamtform, sondern auch in der Streifung des Kronenschmelzes und in der Größe auffallend übereinstimmt.

Nun sind zwei Fälle möglich: entweder gehört dieser isolierte Zahn zu *Zeuglodon rossicum* oder er repräsentiert eine verschiedene Art. Darüber kann aber heute kein abschließendes Urteil gefällt werden, zumal der Zahn auf sekundärer Lagerstätte gefunden wurde und somit das geologische Alter desselben ganz unsicher ist.

Ebenso ist es heute noch nicht möglich, ein sicheres Urteil über die systematische Stellung jenes Wales anzugeben, von welchem nur ein schlecht erhaltener Rückenwirbel aus einer Kluftausfüllung im Jurakalk von Pieklo bei Inowlodz in Russisch-Polen gefunden wurde[3] und den J. F. Brandt als *? Zeuglodon Puschii* beschrieb.[4] Ich pflichte E. v. Stromer vollständig bei, der diesen Wirbel als nicht näher bestimmbar erklärte[5] und aus den vergleichenden Betrachtungen über die Archaeoceten ausschied.

VI. Kaukasus (Oberoligocän?).

Im Kaukasus wurden in einem Ton vom Habitus des mitteleocänen London Clay mehrere Cetaceenreste in Gesellschaft von Fischresten entdeckt, welche R. Lydekker im Jahre 1892 beschrieb.[1] Unter den Cetaceenresten unterschied Lydekker drei Typen und beschrieb die erste als *Zeuglodon caucasicus*, die zweite als »Undetermined Cetacean *(? Platanistidae)*« und die dritte als *Iniopsis caucasica*.

Tatsächlich liegen aber in diesen Resten Vertreter von mehr als drei Arten vor. Lydekker stellte einen großen Halswirbel (l. c., Pl. XXXVII, Fig. 1) und einen sehr kleinen Caudalwirbel (ibidem, Fig. 2) zu derselben Art wie ein Kieferfragment mit zahlreichen kleinen Alveolen (ibidem, Fig. 3). Keinesfalls gehört der Halswirbel zu derselben Art wie der Kieferrest und der Caudalwirbel erweist sich schon durch den bedeutenden Größenunterschied als der Überrest einer anderen Art als der durch den isolierten Halswirbel repräsentierten Form.

Von diesen drei Resten, welche Lydekker als »a undetermined Cetacean« zusammenfaßte, ist nur der Kieferrest mit annähernder Sicherheit zu bestimmen. Er gehört einem langschnauzigen Zahnwale

---

[1] J. F. Brandt, l. c., 1873, p. 339, Taf. XXXIV, Fig. 6.

[2] E. v. Stromer, l. c., 1903, p. 86.

[3] Pusch: Polens Paläontologie. Stuttgart, 1837, p. 167, Taf. XV, Fig. 4 *a, b*.

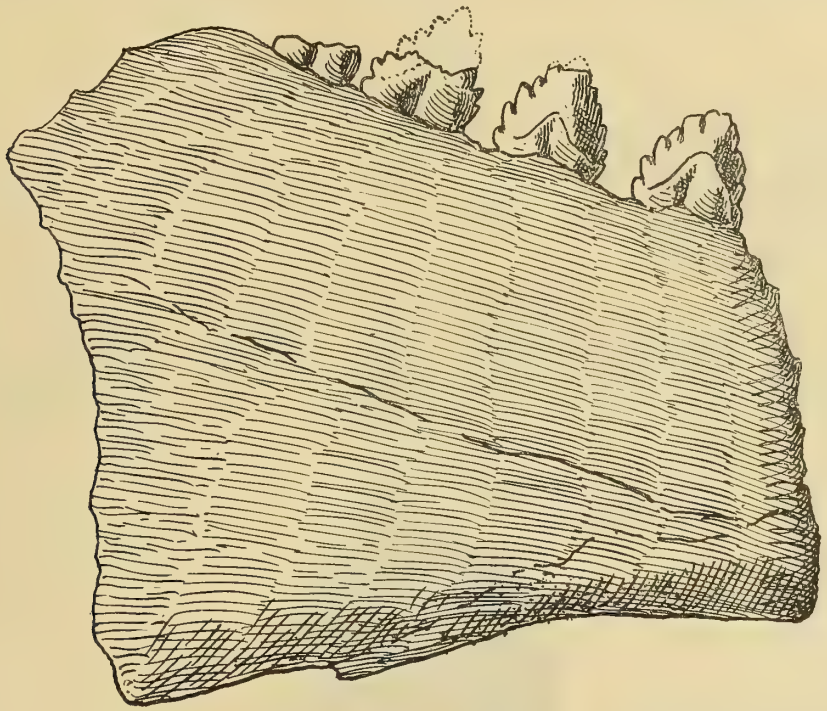
[4] J. F. Brandt: Untersuchungen über die fossilen und subfossilen Cetaceen Europas. — L. c., p. 340.

[5] E. v. Stromer: *Zeuglodon*-Reste aus dem oberen Mitteleocän des Fajûm. — L. c., 1903, p. 86.

von dem im Miocän häufigen Typus der langschnauzigen Acrodelphiden an und kann vielleicht noch am ehesten mit *Cyrtodelphis* und verwandten Gattungen verglichen werden.

Der zweite Typus, den Lydekker *Iniopsis caucasica* nannte, ist durch einen Schädelrest vertreten, der einen größeren Teil der Supraorbitalplatten, der Nasalregion und Frontalregion nebst den proximalen Partien des Rostrums umfaßt. Eine genauere Bestimmung des Restes ist schwer durchführbar; indessen darf man die Zuweisung dieser Type zu den Acrodelphiden als berechtigt ansehen. Der Schädelrest zeigt manche übereinstimmende Charaktere mit *Cyrtodelphis* und gehört vielleicht in dieselbe Gruppe der Zahnwale wie der Kieferrest (l. c., Pl. XXXVII, Fig. 3).

Fig. 17.



Microzeuglodon caucasicum Lyd. Oberoligocän (?) des Kaukasus.
Fragment des hinteren Abschnittes des Unterkiefers. In natürl. Größe.
Kopie nach der Abbildung von R. Lydekker (Proc. Zool. Soc. London, 1892, Pl. XXXVI, Fig. 1).

Mit diesen Resten fanden sich nun ein Schwanzwirbel, ein Humerus und ein Unterkieferfragment, welche unverkennbare Archaeocetenmerkmale besitzen und daher von Lydekker zu der Gattung *Zeuglodon* gestellt wurden.

E. v. Stromer[1] hat für diese Form aus dem Tertiär des Kaukasus die neue Gattung *Microzeuglodon* errichtet. In der Tat besteht zwischen den echten Zeuglodontiden und der kleinen Form aus dem Tertiär des Kaukasus ein tiefgreifender Unterschied, von dem schon früher mehrfach die Rede war: während zum Beispiel bei *Zeuglodon* die Zähne auf dem aufsteigenden Teile des Unterkieferastes dicht gedrängt stehen, sind bei *Microzeuglodon caucasicum* die letzten vier Backenzähne durch weite Zwischenräume getrennt. Dieses Merkmal unterscheidet *Microzeuglodon* fundamental von den Zeuglodontiden.

Andrerseits bestehen gewisse Ähnlichkeiten mit der von G. Dal Piaz[2] als *Neosqualodon Assenzae* aus dem Miocän Siziliens beschriebenen Squalodontidenart sowie mit ? *Microsqualodon Gastaldii* Brandt.[3] Leider liegen von *Microzeuglodon* nur sehr wenige Reste vor, so daß wir nur im allgemeinen die tiefe

[1] E. v. Stromer: *Zeuglodon*-Reste aus dem oberen Mitteleocän des Fajûm. — L. c., p. 89.

[2] G. Dal Piaz: Neosqualodon, Nuovo genere della Famiglia Squalodontidi. — Mém. Soc. Paléont. Suisse, XXXI, 1904, p. 1.

[3] O. Abel: Les Odontocètes du Boldérien (Miocène supérieur) d'Anvers. — L. c., 1905, p. 36.

Spezialisationsstufe dieses Wals, seine Archaeocetennatur und seine Ähnlichkeiten mit primitiven Squalodontiden feststellen können, während wir einstweilen darauf verzichten müssen, die phylogenetischen Beziehungen dieses Wals zu *Neosqualodon* eingehender zu untersuchen.

Aus dem Charakter der Cetaceenreste aus dem Tertiär des Kaukasus läßt sich ihr geologisches Alter nicht mit Bestimmtheit feststellen. Ich möchte jedoch die Meinung aussprechen, daß es sich kaum um eocäne, auch nicht um unteroligocäne, sondern jedenfalls um jüngere Bildungen handelt. Für ein miozänes Alter würden die Reste von cyrtodelphisartigen Zahnwalen sprechen; andrerseits ist *Microzeuglodon* ein so primitiv organisierter Archaeocete, daß die Vermutung gerechtfertigt ist, daß die Ablagerungen älter sind als Miocän. Es erscheint daher einstweilen geboten, das Alter der Bildungen, in denen sich die Reste von *Microzeuglodon* gefunden haben, als Oberoligocän (?) anzunehmen.

VII. Österreich (Oberoligocän).

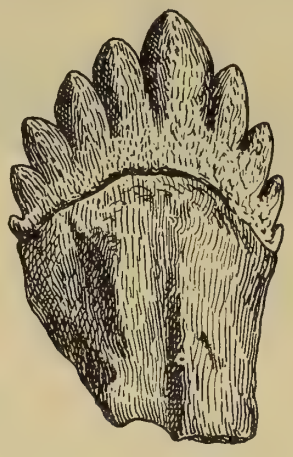
Die in den weißen Quarzsanden von Linz in Oberösterreich gefundenen Archaeocetenreste verteilen sich auf zwei Gattungen und drei Arten:

Patriocetus Ehrlichi van Ben.
Patriocetus Denggi Abel.
Agriocetus austriacus Abel.

VIII. Frankreich (Miocän).

In den miocänen Faluns von Saint-Médard-en-Jalle im Becken von Bordeaux wurde ein einzelner Backenzahn eines Archaeoceten aufgefunden, den Delfortrie im Jahre 1873 als *Zeuglodon Vasconum* beschrieb.[1]

Fig. 18.



Phococetus Vasconum Delfortrie. — Backenzahn von der Seite, in natürl. Größe. — Kopie der Abbildung aus Gervais' Ostéographie, p. 453. — Fundort des Zahns: Miocän von Saint-Médard-en-Jalle, Becken von Bordeaux.

Im Jahre 1876 errichtete P. Gervais für diesen Rest die Gattung *Phococetus*,[2] während er noch in der »Ostéographie des Cétacés vivants et fossiles« diesen Zahn als *Phocodon* beschrieben und abgebildet hatte.[3]

---

[1] Delfortrie: Un *Zeuglodon* dans les faluns du Sud-Ouest de la France. — Actes Soc. Linn., Bordeaux, IX (XXIX), 1873, p. 115. — Textfig.

[2] P. Gervais: Journal de Zoologie, T. V, 1876, p. 70.

P. Gervais: Ostéographie des Cétacés vivants et fossiles, Paris, 1880, p. 519:

»Quant à la dent du *Zeuglodon Vasconum* de M. Delfortrie, que m'a communiquée ce savant naturaliste, je continue à penser qu'elle n'est pas d'un véritable *Zeuglodon* et qu'il ne faut pas davantage l'attribuer à un *Squalodon*; c'est, je crois, ce qui ressortira de la comparaison de la figure que j'en donne avec celles des différents Squalodons représentés dans cet ouvrage (Pl. XXVIII). Il m'a paru convenable d'y voir, provisoirement du moins, l'indice d'un genre particulier et j'ai donné à ce genre le nom de *Phococetus*.«

[3] P. Gervais: Ostéographie, l. c., p. 452 bis 453, Textfig., p. 453.

Die systematische Stellung von *Phococetus* ist verschieden beurteilt worden. Einige wollten diesen Zahn als Rest eines Squalodontiden ansehen, während andere Forscher an der Bestimmung als Archaeocetenrest festhielten. Stromer[1] hat 1903 mit Recht darauf hingewiesen, daß die verschmolzenen Wurzeln in Verbindung mit der starken Zackung der Kronenränder eine große Ähnlichkeit mit *Kekenodon onomata* aufweisen. Ich pflichte diesen Vergleichen durchaus bei, möchte aber bezweifeln, daß *Phococetus Vasconum* in einem näherem Verwandtschaftsverhältnisse zu *Zeuglodon Harwoodi* Sanger aus Neuseeland steht, wie Stromer[2] 1908 vermutungsweise ausgesprochen hat. Im allgemeinen Habitus, der Größe, der Kronenform, der Form und Zahl der Zacken sowie in der Erscheinung der Wurzelverschmelzung kann *Phococetus* nur mit *Kekenodon* verglichen werden und nur die Dürftigkeit der Reste verhindert eine Identifizierung beider Gattungen, welche gleiches geologisches Alter besitzen. Jedenfalls repräsentiert *Phococetus* einen Ausläufer des Zeuglodontidenstammes.

IX. Südamerika (Miocän).

Im Patagonien vom Rio Chubut in Patagonien sind verschiedene Überreste eines Wales entdeckt worden, den R. Lydekker im Jahre 1894 als *Prosqualodon australis* beschrieb. Später sind in der Bajo de San Julián weitere Reste in gleichaltrigen Ablagerungen gefunden worden, die F. W. True im Jahre 1909 beschrieb und abbildete.

Neuere Untersuchungen über diesen Wal haben ergeben, daß *Prosqualodon australe* in seiner Gesamtorganisation ein primitives Verhalten zeigt und nur in seiner Bezahnung und der Kürze des Rostrums höher spezialisiert ist als *Squalodon*. (O. Abel, Cetaceenstudien, III., 1912, l. c.).

Ich habe diesen Wal den Archaeoceten eingereiht und darauf hingewiesen, daß nur die Gattung *Agorophius* mit ihm in näheren Vergleich gezogen werden kann. *Agorophius* zeigt in der Zusammensetzung der Supraorbitalplatten die den Odontoceten eigentümliche Überschiebung der Frontalia durch die Supramaxillaria, ein Merkmal, das allen übrigen Archaeocetengruppen fehlt.

Prosqualodon nimmt im Baue der Schädelkapsel und der Form der Supraorbitalplatten eine Mittelstellung zwischen *Agorophius* und *Squalodon* ein. *Prosqualodon* kann jedoch aus dem Grunde nicht als eine Ahnenform von *Squalodon* angesehen werden, weil das Gebiß hochgradige Reduktionserscheinungen aufweist und daher nicht als der Ausgangspunkt für das reichbezahnte *Squalodon*-Gebiß betrachtet werden darf. Der Bau des Schädeldaches, auf welchem die Parietalia noch ein breites Querband bilden, sowie die kleinen Supraorbitalplatten rechtfertigen die Einreihung von *Prosqualodon* in die Archaeocetenfamilie der Agorophiiden, welche die Brücke zu den Squalodontiden darstellen.

X. Neuseeland (Miocän).

Hector[3] hat 1881 mehrere Reste des Schädels eines Zeuglodontiden aus dem Miocän[4] des Waitakitales in Otago unter dem Namen *Kekenodon onomata* beschrieben. Die Knochenfragmente gehören teils dem Unterkiefer, teils dem Schädel an; Hector bildete jedoch nur sieben Zähne, ein Tympanicum und ein Perioticum ab. Aus den Beschreibungen und Abbildungen geht hervor, daß es sich um einen Zeuglodontiden handelt, der sich mit keiner anderen bisher beschriebenen Form identifizieren läßt. Mit Ausnahme eines einzigen Backenzahns mit schwach divergierenden Wurzeln legen sich die Wurzeln der übrigen Backenzähne so dicht aneinander, daß die Alveolen jedenfalls einfach gewesen sind. Ein Zahn, der als

---

[1] E. v. Stromer: *Zeuglodon*-Reste aus dem oberen Mitteleocän des Fajûm. — L. c., p. 87.

[2] E. v. Stromer: Die Archaeoceti des ägyptischen Eozäns. — L. c., p. 147.

[3] J. Hector: Notes on New Zealand *Cetacea*. — Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute, 1880, Ann. Meeting 12th Febr. 1881, XIII. Bd., p. 434, Pl. XVIII.

[4] J. Park: On the Marine Tertiaries of Otago and Canterbury, with Special Reference to the Relations existing between the Pareora and Oamaru-Series. — Ibidem, XXXVII, Wellington, 1905, p. 489.

Molar zu betrachten ist, besitzt drei Wurzeln, die übrigen Backenzähne zwei. Die Backenzähne sind am Vorder- und Hinterrande tief gezackt, und zwar schwankt die Zackenzahl von zwei bis vier am Vorderrande und vier bis fünf am Hinterrande der Krone.

Einige Backenzähne, die sämtlich stark lateral komprimiert sind, zeigen in der Vorder- oder Hinteransicht eine geradlinig verlaufende Zahnachse, während einer (l. c., Fig. 7) ziemlich stark gekrümmt ist.

Die einwurzligen und einspitzigen großen Zähne gehören jedenfalls der vorderen Kieferpartie an, doch kann man im Zweifel darüber sein, ob es Schneidezähne, Eckzähne oder die ersten Prämolaren sind.

Fig. 19.

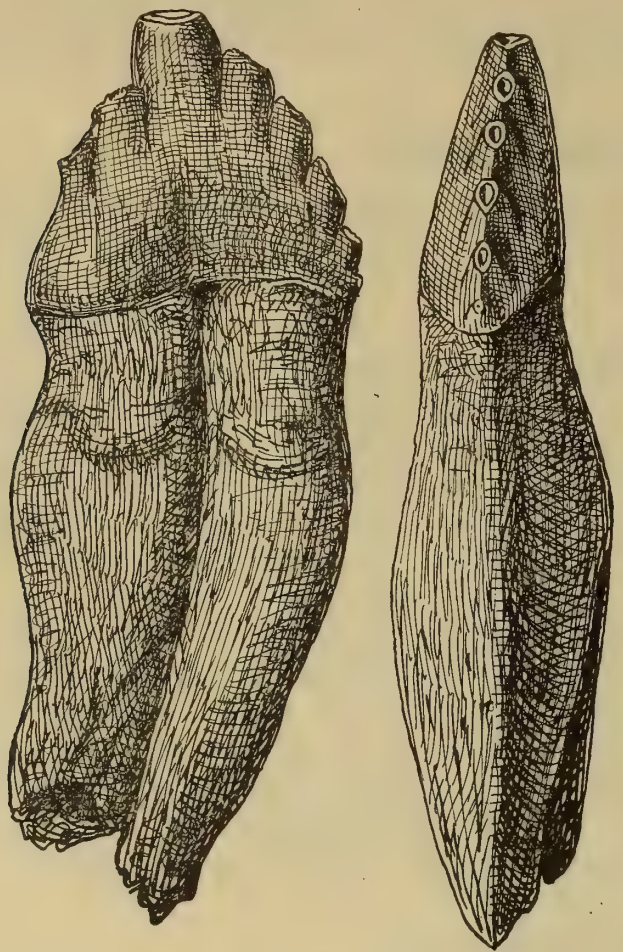


Fig. 20.

Backenzähne von *Kekenodon onomata* Hector aus dem Miocän des Waitakitales in Otago (Neuseeland.) — Fig. 19 ein Backenzahn in zwei Ansichten, um einerseits die Verwachsung der Wurzeln, andrerseits die Ausbildung einer scharfen Kante am Hinterrande der Krone und Wurzel zu zeigen; Fig. 20 die Krone eines zweiten Backenzahnes. — Beide Fig. in natürl. Größe. — Kopien nach J. Hector, l. c., 1881, Pl. XVIII, Fig. 4 und 6.

Kekenodon onomata unterscheidet sich durch die angeführten Merkmale so bestimmt von den übrigen Zeuglodontiden, daß die Aufstellung einer eigenen Art und Gattung für diese Reste vollständig gerechtfertigt war. *Kekenodon* ist hochspezialisiert in der vorgerückten Wurzelverschmelzung, aber primitiv im Vorhandensein einer dritten Wurzel bei einem Molaren.

Kekenodon ist offenbar der letzte Ausläufer des *Zeuglodon*-Stammes, der sich aber nicht von den jüngeren *Zeuglodon*-Arten ableiten läßt, weil diese ausnahmslos zweiwurzlige Molaren haben, während ein Molar von *Kekenodon* eine deutliche Dreiteilung der Wurzel aufweist. Schon E. v. Stromer hat diese Meinung von der phylogenetischen Stellung des *Kekenodon onomata* vertreten.[1] Die Wurzelverschmelzung

[1] E. v. Stromer, l. c., 1908, p. 147 und 152.

bei *Kekenodon onomata* bildet unter den Zeuglodontiden das Gegenstück zu *Scaldicetus* unter den Physeteriden.[1]

XI. Seymourinsel (Miocän).

Am 30. Oktober 1903 entdeckten O. Nordenskjöld und Joh. Gunnar Anderson am Nordostufer der Seymourinsel unter verwitterten Sandsteinbrocken und Geröllen eine große Zahl fossiler Pinguinreste und zwei große Wirbel, welche Carl Wiman[2] in dem Berichte über die schwedische Südpolarexpedition 1901 bis 1903 als Wirbel eines *Zeuglodon* spec. beschrieb.[3]

Die Untersuchung der Evertebratenfauna, welche in der knochenführenden Schichte aufgesammelt und von O. Wilckens bestimmt wurde, ergab, daß die Sandsteine mit Einschaltungen von Konglomeraten dieselbe Fauna wie die patagonische Meeresmolasse enthalten und sonach entweder dem Oberoligocän oder Untermiocän angehören.[4]

Der erste der beiden Wirbel, der aus einer großen Zahl sorgfältig gesammelter und mühsam zusammengesetzter Fragmente bestand und stark verwittert war, ist wichtiger als der zweite, besser erhaltene Wirbel, da der zweite aus der hinteren Schwanzregion stammt und daher nicht so charakteristisch wie der erste gebaut ist. Zweifellos ist der erste Wirbel ein vorderer Schwanzwirbel und trägt in der starken Entwicklung der Processus obliquomammillares sowie in der Kleinheit des Dornfortsatzes so unverkennbare Zeuglodontidencharaktere, daß Wiman völlig berechtigt war, ihn der Gattung *Zeuglodon* anzuschließen. Auffallend ist die Kleinheit beider Wirbel; der Körper des ersten ist 14·5 *cm*, der des zweiten nur 10 *cm* lang.

Zeuglodon ist aber eine Gattung, welche nur aus dem Mitteleocän, Obereocän und vielleicht aus dem Unteroligocän[5] nachgewiesen ist. Aus dem Oberoligocän und Untermiocän ist keine typische *Zeuglodon*-Art bekannt. Ich halte es darum für gewagt, die Wirbel von der Seymourinsel der Gattung *Zeuglodon* einzureihen; wir kennen jedoch aus dem Miocän Neuseelands den jüngsten Zeuglodontiden, *Kekenodon onomata* Hector und da es sich auch bei den Resten der Seymourinsel um eine antarktische Form handelt, so erscheint es mir richtiger, die beiden Wirbel mit der Gattung *Kekenodon* zu vereinigen. Eine selbständige Art kann bei der Dürftigkeit der Reste nicht aufgestellt werden. Jedenfalls ist der Nachweis von dem Auftreten eines Archaeoceten im Miocän der Antarktischen Region von großer Wichtigkeit, weil er die Hoffnung erweckt, in diesen Gebieten bei ihrer weiteren Durchforschung einen genaueren Aufschluß über die jüngere Geschichte der Archaeoceten auf der südlichen Halbkugel zu erhalten.

VIII. Die Herkunft der Bartenwale von den Archaeoceten.

Bis heute hat die Frage nach der Herkunft der Bartenwale und ihren verwandtschaftlichen Beziehungen zu den Archaeoceten und Odontoceten zu den strittigsten der Phylogenie der Säugetiere gehört. Während einige Forscher den Standpunkt vertraten, daß die Bartenwale dem alten, ursprünglichen Säugetiertypus näher stehen als die Zahnwale, haben andere die Ansicht verteidigt, daß die Physeteriden und Bartenwale sich am weitesten vom Typus der Archaeoceten entfernt haben; während manche erklärten, daß die Divergenzen zwischen Bartenwalen und Zahnwalen beweisen, daß beide Stämme von verschiedenen

---

[1] O. Abel: Les Odontocètes du Boldérien (Miocène supérieur) d'Anvers. — Mém. Mus. R. Hist. Nat. Belg., III, Bruxelles, 1905.

[2] C. Wiman, Über die alttertiären Vertebraten der Seymourinsel. — Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwedischen Südpolarexpedition unter Leitung von Dr. Otto Nordenskjöld, Bd. III, 1. Lief., Stockholm, 1905, p. 1 bis 6, Taf. I.

[3] Auf der geologischen Karte der Admiralitätsstraße trägt der Fundpunkt der *Zeuglodon*-Wirbel die Nummer 11.

[4] C. Wiman: ibidem, Nachtrag, p. 37.

[5] Für den Fall, daß die in der unteroligocänen Charkower Stufe Rußlands gefundenen Archaeocetenreste der Gattung *Zeuglodon* angehören.

Ahnengruppen entsprossen und nur durch Konvergenzerscheinungen verbunden sind, sind wieder andere zu dem Schlusse gelangt, daß zwar beide Stämme auf eine gemeinsame Wurzel zurückgehen, ihre Trennung aber schon so weit zurückliegt, daß wir in die Vorgeschichte der Bartenwale keinen Einblick gewinnen können. Die Spekulationen über die triphyletische Herkunft der Wale aus Ichthyosauriern, Plesiosauriern und Pythonomorphen, die vor einigen Jahren veröffentlicht wurden, bedürfen keiner ernsthaften wissenschaftlichen Widerlegung und kommen bei einer kritischen Besprechung der bisherigen Hypothesen über Herkunft und Verwandtschaften der Bartenwale nicht in Betracht.

Hypothesen über die Herkunft der Bartenwale konnten überhaupt erst in dem Zeitpunkte Anspruch auf eingehendere Beachtung erheben, als eine genügend breite morphologische Basis zu Vergleichen geschaffen war. Diese Grundlage wurde durch die eingehenden Studien von Eschricht und Reinhardt geschaffen, denen wir die ersten genaueren Darlegungen über die Organisation der Bartenwale verdanken. Beide Forscher gelangten zu dem Ergebnisse, daß die Bartenwale im allgemeinen viel primitiver sind als die Zahnwale, und somit dem ursprünglichen Säugetiertypus näher stehen als die letzteren.

Die Entdeckung der alttertiären Zeuglodonten mußte schon frühzeitig die Frage nahelegen, ob nicht diese eigentümliche Gruppe in einem engeren verwandtschaftlichen Verhältnisse zu den Walen stehe. Am schärfsten hat diese Frage Th. Gill bejaht, welcher 1871 und 1873 die Meinung vertrat, daß die Zeuglodonten den Ausgangspunkt der Zahnwale einerseits und der Bartenwale andererseits darstellen; J. F. Brandt meinte in seinen 1868 veröffentlichten »Symbolae sirenologicae«, daß 1. Bartenwale und Zahnwale, 2. Sirenen und 3. Zeuglodonten drei gleichwertige Stämme darstellen, von denen sich die Zeuglodonten den Robben enge anschließen und daß weder die Bartenwale noch die Zahnwale von den Zeuglodonten abstammen.

Diese Auffassung modifizierte Brandt im Jahre 1873 dahin, daß er die Zeuglodonten mit den Zahnwalen, und zwar speziell mit den »Delphininen« in engere Beziehungen zu bringen suchte und sie nunmehr als eine »Unterabteilung« *(Diaphorodontina* seu *Heterodontina)* der »Unterordnung« der Zahnwale *(Odontoceti* seu *Odontocetoidea)* einreihte, der sich als zweite Unterordnung der Cetaceen die Bartenwale *(Balaenoidea)* anschließen. An derselben Stelle betonte jedoch Brandt, daß die Zeuglodonten eine »beachtenswerte Annäherung an die Balaenopteriden, namentlich an die ihnen coätanen Cetotherinen« zeigen. Besonders hob Brandt die Ähnlichkeiten zwischen *Zeuglodon* und den »Cetotherinen« in der Gestalt der Hirnkapsel und des Nasenbaues hervor; die Ähnlichkeiten mit den Robben sind nach Brandt sowohl bei den Zeuglodonten, als bei den Balaenopteriden vorhanden. Die größte Ähnlichkeit unter allen Zahnwalen sollen nach Brandt zwischen *Champsodelphis* und *Platanista* einerseits und den Zeuglodontinen andrerseits bestehen. Das Ergebnis der Vergleiche Brandts im Jahre 1873 war die Aufstellung der »*Zeuglodontina* seu *Diaphorodontina*« als eine Unterordnung der Zahnwale, die mit den Bartenwalen in keiner direkten genetischen Verbindung stehen.

Die Untersuchungen P. J. van Beneden's brachten kein Licht in das Dunkel der Herkunft der Bartenwale. Nach ihm erscheinen die Mystacoceten gleichzeitig mit den anderen Cetaceen — die Zeuglodonten schließt er von den Cetaceen aus — und zwar sind nach van Beneden die Balaenopteriden geologisch älter als die Balaeniden.

Max Weber vertrat gleichfalls die Meinung, daß *Balaena* jünger sei als *Balaenoptera* und daß *Erpetocetus scaldisensis* van Ben. aus dem Pliocän von Antwerpen eine sehr primitive Bartenwaltype darstelle, welche jedenfalls noch sehr kleine, kurze Barten besaß, da die Unterkiefer vom Processus coronoideus bis zum Vorderende gerade gestreckt und nicht wie bei den jüngeren Bartenwalen nach außen gebogen sind. *Rhachianectes glaucus* Cope repräsentiert nach Weber eine Type, die zwischen *Balaena* und *Balaenoptera* die Mitte hält. Die Bartenwale stammen nach M. Weber (1886) von heterodonten, normal bezahnten Protocetaceen ab; *Zeuglodon* repräsentiert einen aberranten Seitenzweig; die Odontoceti (mit den Squalodontiden) bilden den einen, die Bartenwale den zweiten Cetaceenstamm, die sich sehr frühzeitig getrennt haben. Diese Spaltung soll nach M. Weber in das Mesozoicum fallen; noch in dieser Epoche erhielten die Bartenwale ein vielzahniges, aber noch immer heterodontes Gebiß; die Zähne wurden

kleiner und im Eocän rudimentär, während sich gleichzeitig Barten ausbildeten, so daß also die Entstehung der Bartenwale mit allen dieser Gruppe noch heute eigentümlichen Merkmalen schon in den Beginn der Tertiärzeit fallen würde. »*Zeuglodon* war ein verunglückter Versuch, Cetaceen herauszubilden« (M. Weber, Studien über Säugetiere. Ein Beitrag zur Frage nach dem Ursprung der Cetaceen. — 1896, p. 243).

Im vierten Bande seines Handbuches der Paläozoologie hob Zittel hervor, daß die Bartenwale im Baue des Schädels, in dessen Symmetrie und im Baue der Nasalia nähere Beziehungen zu *Zeuglodon* aufweisen, als die Physeteriden unter den Zahnwalen, betonte aber, daß sich sowohl die Physeteriden als auch die Bartenwale am weitesten von den Archaeoceten entfernt hätten.

V. Paquier schloß sich 1895 der zuerst von Hunter, dann von Flower und anderen vertretenen Ansicht an, daß die Bartenwale von Ungulaten abstammen, und daß sie zu jener Zeit, in welcher der Zahnwaltypus entstand, bereits alle ihnen eigentümlichen Merkmale besessen haben. Nach Paquier's Auffassung sind somit die Cetaceen diphyletisch, eine Theorie, welche zuerst W. Kükenthal mit allem Nachdrucke verteidigte. Die Ähnlichkeiten zwischen Bartenwalen und Zahnwalen sind nach W. Kükenthal nur als Konvergenzerscheinungen anzusehen. Max Weber machte gegen diese Auffassung 1904 ernste Bedenken geltend; er betonte, daß nur auf der Basis der Blutsverwandtschaft eine Übereinstimmung im Baue folgender Organe entstehen konnte: 1. die Dreiteilung des Magens; 2. die Lage der Testikeln infolge rückgängigen Descensus; 3. der Bau des Gehirns; 4. der Bau des Milchdrüsenapparates; 5. die Änderung der vorderen Extremitäten; 6. das Vorkommen von Konjunktivaldrüsen; 7. das Verhalten der mittleren Ohrsphäre. »Es will mir nicht annehmlich erscheinen«, sagt M. Weber, »daß diese Spezialisierungen zweimal in gleicher Weise eingetreten sein sollen, auf nicht blutsverwandter Basis. Wohl aber bin ich mit Kükenthal der Meinung, daß die Trennung der *Odontoceti* und *Mystacoceti* eine tiefe ist und von langer Dauer. Leider wirft bisher die Paläontologie kein Licht auf diese Frage.« (Die Säugetiere. Jena, 1904, p. 584).

Nach der Meinung E. v. Stromer's kann von einer engeren verwandtschaftlichen Beziehung zwischen Mystacoceten und Archaeoceten keine Rede sein. Dieselbe Ansicht hatten schon früher M. Weber und W. Kükenthal vertreten und die Äußerung Stromer's fiel um so schwerer ins Gewicht, als er die Archaeoceten sehr gründlich untersucht hatte. Nach den letzten Studien Stromer's vom Jahre 1908 zeigen die Archaeoceten viel mehr Beziehungen zu den Zahnwalen als zu Bartenwalen, und zwar lassen sich die meisten Berührungspunkte mit den Archaeoceten bei den Platanistiden (nach alter Fassung), Squalodontiden und Physeteriden feststellen.

Abweichende Ansichten waren in früherer Zeit von einigen Forschern geäußert worden, die sich mit *Agorophius pygmaeus* Müller aus dem Alttertiär von Südcarolina beschäftigt hatten. Schon P. Gervais hatte diesen merkwürdigen Wal, der den Archaeoceten angereiht werden muß, als »à la suite des Rorquals« bezeichnet und hervorgehoben, daß er sich wesentlich von *Squalodon* unterscheide. Dieselbe Meinung hatte E. D. Cope vertreten, der auf die Ähnlichkeit der Schädel von *Agorophius* und *Cetotherium* hinwies.

In der letzten Mitteilung über diesen Wal, die F. W. True 1907 veröffentlichte, nimmt derselbe entschieden gegen die Auffassung von Gervais und Cope Stellung und sagt darüber:

»The ancestor of the rorquals and other whalebone whales was, in my opinion, a very different form from *Agorophius*, and is quite unknown.«

True hebt zwar hervor, daß die Furchenwale (Rorquals=*Balaenopteridae)* und *Agorophius* den Besitz von großen Temporalgruben und den komprimierten Vertex gemeinsam haben, spricht aber die Meinung aus, daß diese Ähnlichkeiten nur oberflächlicher Natur seien. Mit vollem Rechte betont F. W. True die fundamentale Verschiedenheit in dem Verhältnisse der Frontalia zu den Supramaxillaria bei *Agorophius* einerseits und den Furchenwalen andererseits. Die Frontalia sind bei *Agorophius* durch überschobene Flügel der Supramaxillaria in ihrem vorderen Abschnitte verdeckt während bei den Furchenwalen und bei *Rhachianectes* diese Deckplatten fehlen, weil die Oberkiefer die Supraorbitalflügel der Stirnbeine nicht überdecken.

Dieser Unterschied ist in der Tat so wichtig, daß von einer engeren Verwandtschaft zwischen *Agorophius* und den Furchenwalen keine Rede sein kann. Die Bedeckung der Supraorbitalflügel durch die

Oberkieferknochen ist eines der charakteristischen Merkmale der Zahnwale, während bei allen Bartenwalen die Oberkieferknochen sich unter die Supraorbitalflügel der Stirnbeine schieben.

Daher kann es sich in *Agorophius* unter keinen Umständen um einen Vorfahren des Bartenwalstammes handeln, sondern nur um einen primitiven Odontoceten, wie dies auch zuletzt von E. v. Stromer 1908 mit aller Schärfe hervorgehoben wurde. Wie ich früher gezeigt habe, kann *Agorophius* mit *Patriocetus Ehrlichi* nicht in nähere Beziehung gebracht werden, obwohl F. W. True 1907 erklärte, daß »the large extension of the parietals on the superior surface of the skull in *Agorophius* indicates that it is a primitive form and it is not unlikely that some such form was the ancestor of both *Squalodon Ehrlichii* and typical *Squalodon*. That *Agorophius* itself is in the direct line is improbable on account of the form of the teeth.«

Fassen wir die bisherigen Ergebnisse der Versuche zusammen, welche in die Vorfahrenfrage der Bartenwale Licht bringen wollten, so muß man sagen, daß sie bis jetzt als gescheitert zu betrachten waren. Der Grund lag darin, daß man die unverkennbaren Ähnlichkeiten zwischen Urwalen und Bartenwalen teils übersah, teils unterschätzte, und daß die Mittelform noch nicht genauer bekannt war, welche die Bartenwale mit den Urwalen verbindet.

Durch den neuen Fund eines Walschädels im Tertiär von Oberösterreich, der zunächst von A. König als *Squalodon Ehrlichi* beschrieben, aber in seiner großen phylogenetischen Bedeutung nicht erkannt wurde, ist nicht nur die Frage der Herkunft der Bartenwale in ein helles Licht gerückt worden, sondern darf nach eingehender Prüfung der entscheidenden morphologischen Merkmale nunmehr auch als gelöst betrachtet werden. Mit einem Schlage erhalten nun auch andere, schon seit langer Zeit bekannte, aber unrichtig gedeutete Reste eine phylogenetische Bedeutung, vor allem der Schädel, den ich *Agriocetus austriacus* genannt habe. Auch die primitiveren Bartenwale der europäischen Tertiärablagerungen, welche meist in der Gattung *Cetotherium* vereinigt worden sind, erscheinen jetzt in ganz anderem Lichte als früher; insbesondere ist unter diesen Formen das von J. F. Brandt 1873 beschriebene *Cetotherium Rathkei* (Taf. VIII) zu nennen. Jetzt, wo die klaffende Lücke zwischen den Archaeoceten und Mystacoceten geschlossen ist, erscheint es fast unbegreiflich, wie so lange Zeit die engen verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen Urwalen und Bartenwalen verschleiert bleiben konnten.

Der Entwicklungsgang der Urwale zu den Bartenwalen läßt sich folgendermaßen klarlegen:

Die primitivste Form unter den Urwalen, die bis heute bekannt ist, *Protocetus atavus* E. Fraas aus der mitteleocänen, unteren Mokattamstufe von Kairo, steht in der Entwicklungsreihe der Wale auf sehr tiefer Stufe. Der allgemeine Charakter des Schädels dieser Type ist noch durchaus raubtierartig. Die langgestreckte, mit hoher Sagittalcrista in der Mittellinie abschließende Schädelkapsel, das steilgestellte und tief ausgehöhlte Supraoccipitale, die nur von den Stirnbeinen gebildeten Supraorbitalplatten, die langgestreckten Nasenbeine und die weit vorn liegende Nasenöffnung, die primitiven Verhältnisse der Gaumenregion, die Zahl und Form der Zähne sowie die Zahl der Backenzahnwurzeln weisen *Protocetus* den tiefsten Platz im Stamme der Archaeoceten an.

Gleichwohl liegt ein Merkmal vor, das die unmittelbare Ableitung des *Patriocetus* von *Protocetus* verhindert. Bei *Protocetus* stehen, wie ich schon früher eingehend erörtert habe, die hinteren Backenzähne nicht nur dicht gedrängt in den Kiefern, sondern sind unverkennbar in Reduktion begriffen, ein Prozeß, der sich über *Eocetus* und *Prozeuglodon* zu *Zeuglodon* fortsetzt und bei dieser Gattung sogar zum völligen Schwunde des letzten oberen Molaren führt. *Patriocetus* zeigt in den Abständen der hinteren Backenzähne und in den relativen Größenverhältnissen derselben im Vergleiche mit *Zeuglodon* und bis hinunter zu *Protocetus* ein viel primitiveres Verhalten. Kann also auch nach dem Dollo'schen Gesetze und dem Gesetze der Spezialisationskreuzungen an eine direkte Ableitung des *Patriocetus* von *Protocetus* nicht gedacht werden, so sind doch zweifellos alle diese Formen als aufeinanderfolgende Stufen einer Stufenreihe anzusehen. Jedenfalls kann die Ausgangsform für *Patriocetus* in den Hauptmerkmalen von *Protocetus* nicht

weit verschieden gewesen sein; eine *Protocetus* ähnliche Type mit Gebißverhältnissen wie *Microzeuglodon* muß den Ausgangspunkt für den Stamm der Patriocetiden gebildet haben.

Die Veränderungen, welche der Schädel im Laufe der Entwicklung des Patriocetidenstammes von der *Protocetus*-Stufe bis zur *Patriocetus*-Stufe erlitten hat, sind der Hauptsache nach die Folgeerscheinungen einer fortschreitenden Anpassung an das Wasserleben und der Änderung der Gebißfunktionen.

Die wesentlichsten Veränderungen im Baue der Schädelkapsel, die sich im Laufe der Entwicklung des Archaeocetenstammes verfolgen lassen, sind Konsequenzen der Verschiebung der Nasenlöcher nach hinten und der Verkümmerung der Temporalmuskeln.

Die Verschiebung der Nasenöffnungen vom Vorderende der Schnauze gegen die Schädelkapsel ist schon bei *Protocetus* angebahnt. Sie ist bedingt durch die Anpassung an das Untertauchen im Wasser und ermöglicht ein rascheres und nachhaltigeres Einziehen der Luft beim Auftauchen. Infolge der Verschiebung der Nasenöffnungen nach hinten tritt eine Kompression der Schädelpartie zwischen der Nasenöffnung und dem Hinterhaupt ein. Zunächst werden nur die Nasenbeine von dieser Verschiebung ernstlich betroffen. Sie werden immer kürzer und kleiner und gegen das Oberende der Zwischen- und Oberkiefer zurückgedrängt. Dieser Prozeß ist, wie die verschiedenen Typen der Archaeoceten zeigen, verhältnismäßig langsam vor sich gegangen.

Die Schläfengrube der älteren Archaeoceten ist außerordentlich groß und weit. Wie die hohe Sagittalcrista der Parietalregion beweist, muß z. B. bei *Zeuglodon* der Musculus temporalis überaus kräftig gewesen sein. Ein so kräftiger Muskel steht mit der Gebißfunktion in engster Verbindung; bei den älteren Archaeoceten ist jedenfalls die Nahrung noch nicht, wie bei den modernen Zahnwalen, unzerkaut verschluckt, sondern jedenfalls noch zerbissen worden.

Erst in dem Momente, da das Kaugebiß zu einem Fanggebiß wird und unzweifelhafte Reduktionserscheinungen des Gebisses auftreten, wie wir dies bei *Agorophius* einerseits und *Patriocetus* andrerseits beobachten können, verliert der Temporalmuskel seine Bedeutung. Die Sagittalcrista verschwindet, da die schwächer gewordenen Temporalmuskeln nicht mehr bis zur Mitte des Schädeldaches hinaufreichen und zwischen sich ein immer breiter werdendes Feld freilassen. Auf diese Weise entsteht die auf den ersten Blick von den Zeuglodonten so grundverschiedene Form des Schädeldaches von *Agorophius, Prosqualodon, Patriocetus* und *Agriocetus*: der Hinterrand der Supraorbitalplatten der Frontalia setzt sich auf die Parietalia als obere Abschlußlinie der Temporalgrube fort und geht endlich in die Lateralkämme des Supraoccipitale über.

Die fortschreitende Verschiebung der Nasenöffnung nach hinten hat zur Folge, daß der ursprünglich sehr lange Parietalabschnitt zwischen den Frontalia und dem Supraoccipitale in sagittaler Richtung komprimiert wird und schließlich nur mehr ein schmales Band quer über dem Schädeldache bildet, wie dies bei *Agriocetus* der Fall ist. Diese Kompressionserscheinungen haben im Stamme der Odontoceten so weit geführt, daß bei den am höchsten spezialisierten Gruppen unter den lebenden Zahnwalen die Parietalia vom Schädeldache vollkommen ausgeschlossen und gegen die Schläfengruben abgedrängt worden sind.

Bei den Zahnwalen sind der Prozeß der Verschiebung der Nasenöffnungen gegen die höchste Stelle des Schädels und die damit in kausalem Zusammenhange stehenden Veränderungen im Schädelbaue viel weiter vorgeschritten als bei den Bartenwalen. Bei den letzteren ist der Verschiebungsprozeß nicht viel weiter gegangen, als bei den jüngeren Archaeoceten, wie zum Beispiel bei *Patriocetus*, während bei den Ziphiiden unter den Odontoceten das Maximum der Verschiebung der Nasenöffnungen gegen das Hinterhaupt bereits erreicht ist.

In engem Zusammenhange mit diesem Verschiebungsprozeß der Nasenregion steht die Veränderung der Knochengrenzen im Bereiche der Antorbitalregion.

Bei *Protocetus atavus* stößt das Supramaxillare mit einer Nahtgrenze an das Frontale, welche von der Stelle aus, wo sich Oberkiefer und Zwischenkiefer trennen, in schiefer Richtung von innen vorn nach außen hinten gegen die Antorbitalecke verläuft. Bei *Zeuglodon* liegt die Trennungsstelle zwischen Oberkiefer und Zwischenkiefer entsprechend der Verschiebung der Nasenöffnung etwas weiter hinten als bei *Protocetus*,

so daß die Richtung der Grenznaht zwischen Frontale und Oberkiefer in der Dorsalansicht mehr transversal verläuft. Es bestehen im Verlaufe dieser Naht einige Unterschiede bei den einzelnen Arten; stets schiebt sich aber der Oberkiefer unter das Frontale und der Vorderrand der Supraorbitalplatte liegt in einer vom Supramaxillare gebildeten Rinne (Z. B. bei *Zeuglodon Isis*, Taf. IX).

Diese Verhältnisse in der Fronto-Maxillargrenze sind als primitiv und als der Ausgangspunkt jener Veränderungen anzusehen, welche einerseits zum Odontocetentypus, andrerseits zum Mystacocetentypus führen.

Bei allen lebenden und fossilen Odontoceten, von den Squalodontiden angefangen bis zu den höchst spezialisierten Formen, werden die Supraorbitalplatten der Frontalia von dünnen Platten der Supramaxillaria überschoben. Über diese Platten legt sich beiderseits je eine schmale Leiste des Zwischenkiefers, so daß sowohl das Supramaxillare wie das Prämaxillare das Frontale im Bereiche der Supraorbitalplatte überdeckt.

Wie diese Überschiebung zustande gekommen ist, zeigt die Gattung *Agorophius* aus dem Alttertiär Nordamerikas in klarer Weise (Taf. X).

Das Frontale ist bei dieser Gattung, welche sich im Baue der Schädelkapsel noch auf das engste den älteren Archaeoceten anschließt, im Bereiche der Supraorbitalplatte von einer Platte des Supramaxillare zum großen Teile überdeckt, ohne daß jedoch die hinteren Ränder der Supramaxillarplatte mit den Grenzen der Supraorbitalplatte zusammenfallen. Diese Überschiebung ist dadurch entstanden, daß bei dem Verschiebungsprozeß der Nasenregion nach hinten das Frontale aus der Grenzrinne gegen den Oberkiefer heraus und nach unten gedrängt wurde, so daß für das Wachstum des Supramaxillare nach hinten nur der Raum über der Supraorbitalplatte frei blieb. Die nächste Stufe des Überschiebungsprozesses ist durch *Proqualodon australe* repräsentiert, bei welchem die überschobene Oberkieferplatte denselben Umriß wie die unter ihr liegende Supraorbitalplatte besitzt (vergl. O. Abel, Cetaceenstudien, III, l. c., 1912, Taf. I).

Betrachten wir dagegen den Bau der Supraorbitalplatten der Bartenwale, so sehen wir, daß ohne Ausnahme die Supraorbitalplatten der Frontalia von den Supramaxillaria unterschoben werden. Auch in jenen Fällen, in denen angegeben wird, daß sich der Oberkiefer über das Frontale schiebt, wie dies F. W. True für *Rhachianectes glaucus* anführt, kann von einer Überschiebung wie bei den Zahnwalen keine Rede sein. Die photographische Abbildung des Exemplares von Monterey (Californien) im Nationalmuseum von Washington zeigt vollkommen deutlich, daß auch bei *Rhachianectes* die Supraorbitalplatten der Frontalia vom Oberkiefer unterschoben werden, während sich am Vorderrande der Frontalia nur ein ganz schmaler Lappen des Supramaxillare über das Frontale legt (Taf. XII, Fig. 3). Ähnliche Erscheinungen zeigen übrigens Balaenopteridenschädel nicht allzu selten.

Jedenfalls besteht in dem Verhalten der Supramaxillaria zu den Supraorbitalplatten der Frontalia ein fundamentaler Unterschied zwischen Zahnwalen und Bartenwalen.

Keinesfalls kann der Bartenwaltypus vom Typus *Agorophius* abgeleitet werden; nur die Verhältnisse, wie wir sie bei den älteren Archaeoceten und bei *Patriocetus* antreffen, sind als die Vorstufen des Supraorbitalplattentyps der Bartenwale anzusehen.

Von Wichtigkeit ist ferner die Frage nach dem Verhalten des Supraoccipitale in den einzelnen Walgruppen.

Bei den jüngeren, spezialisierten Odontoceten ist das Supraoccipitale der Hauptknochen der Schädelkapsel, der mit starker Wölbung den hinteren Abschluß der Hirnhöhle bildet und vorn an die Frontalia, in der Mittellinie aber an das Interparietale stößt, während die Parietalia ganz gegen die Temporalgruben abgedrängt sind. Der obere Abschluß des Supraoccipitale verläuft bei den jüngeren Vertretern der einzelnen Stämme bogenförmig; nur bei der aberranten hochspezialisierten Type *Platanista* ist ebenso wie bei den Iniinen, *Cyrtodelphis* usw. das Oberende des Supraoccipitale rechteckig oder quadratisch umgrenzt.

Bei den Bartenwalen ist das Supraoccipitale verschieden geformt; nie aber weist es die stark gewölbte, vorn bogig abgerundete Gestalt auf wie bei den Odontoceten. Es steht auch nicht steil zur Schädelbasis wie bei den meisten, namentlich bei den jüngeren Zahnwalen, sondern seine Ebene bildet

mit der durch die Schädelbasis gelegten Ebene einen fast verschwindend kleinen Winkel. In den meisten Fällen ist der Umriß des Supraoccipitale bei den Bartenwalen dreieckig.

Bei den älteren Archaeoceten steht das tief ausgehöhlte, fast dütenförmig eingerollte Supraoccipitale sehr steil, fast senkrecht zur Schädelachse, und ist oben bogenförmig gegen die Parietalia abgeschlossen. Im Vergleiche mit den Bartenwalen liegt es weit hinten. Bei den rezenten Mystacoceten reicht die Vorderspitze des Supraoccipitale bis zur Verbindungslinie beider Augen oder, wie bei dem Schädel einer *Neobalaena marginata*, den Reischek in Neuseeland sammelte und der im Wiener Hofmuseum aufbewahrt wird, noch weit über die Antorbitallinie hinaus; das gleiche sehen wir bei *Balaena mysticetus* (Taf. XII, Fig. 4).

Wir sehen also, daß die Spezialisationswege, die einerseits zur Bartenwaltype, andrerseits zur Zahnwaltype geführt haben, durchaus verschieden sind. Während bei den Zahnwalen die Schädelkapsel ursprünglich niedrig war und im Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung immer höher wurde, ist bei den Bartenwalen der entgegengesetzte Weg, nämlich eine zunehmende Erniedrigung der Schädelkapsel, zu beobachten, wobei sich das Supraoccipitale als Deckplatte des Schädeldaches über die Parietalia außerordentlich weit nach vorn schob (Taf. XII).

Bei den lebenden Bartenwalen stößt das Supraoccipitale vorn an die Frontalia; die Parietalia werden ganz vom Supraoccipitale verdeckt. Betrachten wir aber den Schädel eines etwa 2 *m* langen Fötus des Zwergwals *(Balaenoptera rostrata)*, den D. F. Eschricht abgebildet hat, so sehen wir, daß zwischen den Frontalia und dem Supraoccipitale die Parietalia als breites Band auf dem Schädeldache sichtbar sind. Was mir aber von besonderer Bedeutung zu sein scheint, ist die deutliche Scheidung eines medianen Sockels der Parietalia von den steil gegen die Schläfengrube abfallenden Partien. Der Mediansockel ist durch je einen seitlichen Kamm scharf gegen die Temporalgruben abgesetzt; ein von jedem Parietale nach vorn vorspringender, sehr spitz endender Knochenzacken legt sich an den Mediansockel der Frontalia.

Auf diese Weise wird zwischen dem Supraoccipitale und der Nasenregion ein breiter Sockel in der Mitte des Schädeldaches gebildet, der sowohl von den Schläfengruben als auch von der tiefer liegenden Supraorbitalplatte deutlich und scharf abgesetzt ist. Diese Tatsache ist von großer phylogenetischer Wichtigkeit, weil wir bei diesem embryonalen Schädel dieselben Verhältnisse wie bei *Patriocetus* und *Agriocetus* wiederfinden, und zwar ist die Ähnlichkeit mit *Agriocetus* am größten. Es ist dies ein sehr wichtiger Beweis dafür, daß die Bartenwale, und zwar speziell die Furchenwale, dieselben Stadien, wie sie uns *Agriocetus* verkörpert, durchlaufen haben, bis beim weiteren Fortschreiten der Spezialisation das Supraoccipitale diesen medianen Sockel des Schädeldaches nach vorn überschob und auf diese Weise das Bild veränderte, das die tertiären Bartenwalahnen darbieten.

Weitgehende Veränderungen hat die Schädelbasis im Verlaufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung der Bartenwale erfahren. Das Petrosum, ursprünglich in geschlossener, knöcherner Grube liegend, wie dies noch bei *Patriocetus* und *Agriocetus* der Fall ist, liegt bei den Bartenwalen in einer weiten, offenen Grube. Die Orbitosphenoidea und Alisphenoidea sind rudimentär und zu kleinen, keilförmigen Knochen verändert. Eine genaue Darstellung dieser beiden Knochen des Bartenwalschädels ist niemals gegeben worden und es wird eine der nächsten Aufgaben sein, eine eingehende morphologische Untersuchung der Schädelbasis der Mystacoceten in Angriff zu nehmen.

Die Pterygoidea spielen bei der Zusammensetzung der Schädelbasis bei den Bartenwalen eine viel wichtigere Rolle als bei den Zahnwalen. Leider sind die genauen Grenzen gegen die benachbarten Knochen, also Alisphenoid, Orbitosphenoid, Basisphenoid, Praesphenoid, Palatinum, Squamosum u. s. f. bei *Patriocetus* und *Agriocetus* nicht feststellbar, da die Nähte infolge des hohen Alters der Individuen verstrichen sind. Immerhin sieht man jedoch, daß bei den beiden Patriocetiden ähnliche Verhältnisse wie bei den ältereren Archaeoceten einerseits und den älteren Bartenwalen (zum Beispiel *Cetotherium Rathkei)* andrerseits vorliegen. Eines der wichtigsten Merkmale der Schädelbasis, das den Archaeoceten und den älteren Bartenwalen gemeinsam ist, besteht in dem Vorhandensein eines scharfen Kammes, der die fast

horizontalen Lateralflügel der Schädelbasis von der Schläfengrube abtrennt, und dem großen Anteile der Pterygoidea an der Zusammensetzung dieser Region.

Bei *Zeuglodon* ist dieser Kamm, der die Lateralflügel der Schädelbasis von der Temporalgrube trennt, ebenso wie bei *Patriocetus* und *Agriocetus* vorhanden. Auch bei *Zeuglodon* spielen die Pterygoidea in der Zusammensetzung der dreieckig umgrenzten Lateralflügel zwischen der Mittellinie des Schädels und der Außenecke des Squamosums auf der Schädelbasis eine wichtige Rolle; die Alisphenoidea und Orbitosphenoidea scheinen zum größten Teil von den Pterygoidea verdeckt gewesen zu sein, wenigstens sind ihre Grenzen nicht sicher nachzuweisen.

Der Bau dieser Schädelregion ist also bei den Bartenwalen und Archaeoceten in den Grundzügen derselbe und die zwischen der Stufe von *Zeuglodon* und jener von *Cetotherium* bestehenden geringen Gegensätze erscheinen durch die Mittelformen *Patriocetus* und *Agriocetus* überbrückt.

Über das Gebiß der Bartenwale und seine Entstehung aus dem Archaeocetengebiß war schon früher die Rede, so daß ich hier nur zusammenfassend hervorheben will, daß die Gegensätze zwischen dem scheinbar reich bezahnten Gebiß der Bartenwalembryonen und dem normalzahnigen von *Patriocetus* nicht so bedeutend sind, als sie auf den ersten Blick erscheinen. Die große Zahl vermeintlicher Zahnindividuen — 53 — entsteht aus dem ontogenetisch erfolgenden Zerfall der sieben siebenspitzigen Backenzähne der Vorfahren (also mit 49 Spitzen im ganzen) in 49 Fragmente, vermehrt um die vier Vorderzähne, im ganzen also zu 53 Zahnspitzen, aber nicht Zahnindividuen.

Schädel und Gebiß der Bartenwale beweisen also, daß diese zunächst auf die Patriocetiden und somit auf die Archaeoceten zurückgehen.

Stromer hat darauf hingewiesen, daß die Wirbelsäule der Archaeoceten in der starken Entwicklung der Metapophysen (= Processus obliquomamillares) und der Schwäche der Neurapophysen der Caudalwirbel einen wichtigen Gegensatz zu den modernen Walen bildet, bei welchen stets hohe Neurapophysen in der Caudalregion vorhanden sind. Stromer hat auch hervorgehoben, daß die früher zu *Squalodon Ehrlichi* gestellten Schwanzwirbel aus dem Tertiär von Linz sehr kräftige »Processus obliquomamillares« neben niederen Dornfortsätzen zeigen, also in dieser Hinsicht durchaus dem Archaeocetentypus entsprechen.

In der Tat bestehen im Baue dieser Wirbel große und weitgehende Ähnlichkeiten mit den Zeuglodontiden, während sich die Wirbel in einzelnen Merkmalen von dem Bartenwaltypus weit entfernen. Diese Merkmale betreffen aber nur die Fortsätze der Wirbel, namentlich der vorderen Caudalwirbel. Für so durchgreifend halte ich aber die Unterschiede nicht, daß sie eine Herkunft der Mystacoceten von *Patriocetus* absolut ausschließen. Die Form und Stärke der Wirbelfortsätze ist abhängig von der Funktion der an ihnen befestigten Muskeln; der Dornfortsatz ist sehr klein, während die Metapophysen außerordentlich stark entwickelt sind. Man darf aber hier nicht von »rudimentären« Neurapophysen sprechen. Die Vorfahren der Archaeoceten sind zweifellos unter den Creodontiern zu suchen und kein Creodontier hat hohe Dornfortsätze in der Schwanzregion. Hingegen sehen wir, daß bei den Fischottern eine Erhöhung der Neurapophysen in der Caudalregion zu beobachten ist. Diese Erhöhung ist bei den Ottern ebenso sekundärer Natur wie bei den Walen und veranlaßt durch eine verschiedene Funktion der Schwanzmuskeln. Bei den modernen Walen ist offenbar die Bewegung des Schwanzes eine ganz andere, als sie bei den Archaeoceten und auch noch bei *Patriocetus* gewesen ist; diese andere Funktionsart hat ja auch v. Stromer 1903 ganz richtig hervorgehoben. Bei den Nachkommen der Patriocetiden trat eine sekundäre Erhöhung der Neurapophysen mit einer Reduktion der Metapophysen ein. Somit verschwinden auch diese letzten Gegensätze zwischen Archaeoceten und ‚Bartenwalen.

Fassen wir zusammen, so ergibt sich aus dem Resultate aller Vergleiche zwischen Archaeoceten und Bartenwalen, daß die Gruppe der Patriocetiden eine ausgesprochene Übergangsgruppe zwischen beiden großen Gruppen der Urwale und Bartenwale darstellt und daß die Herkunft der Bartenwale von den Urwalen als eine gesicherte Tatsache anzusehen ist.

IX. Die phylogenetische Stellung der Archaeoceten.

Die Archaeoceten sind in der letzten Zeit von den meisten Forschern aus dem Stammbaum der Bartenwale und zum Teil auch aus dem Stammbaum der Zahnwale ausgeschaltet und als gänzlich erloschener Seitenzweig des Cetaceenstammes betrachtet worden. Am schärfsten hat diese Auffassung der verdienstvolle Bearbeiter der ägyptischen Zeuglodonten, E. v. Stromer, in seiner Abhandlung über »Die *Archaeoceti* des ägyptischen Eozäns« 1908 betont, in der er zum Schlusse mit Max Weber *Zeuglodon* als »einen verunglückten Versuch, Cetaceen herauszubilden« erklärt. Der Grund dieser Auffassung ist darin zu suchen, daß bis jetzt die Gattung *Zeuglodon* die am vollständigsten bekannte Archaeocetengattung ist und infolgedessen als der typische Vertreter der Archaeoceten angesehen zu werden pflegt. Allerdings hat Stromer in derselben Abhandlung die Möglichkeit erörtert, daß die echten Odontoceten durch eine agorophiusartige Mittelstufe mit protocetusartigen Urwalen verbunden sein könnten; die Mystacoceten hatte Stromer schon 1903 ganz aus der Nachkommenreihe der Archaeoceten ausgeschaltet.

Max Weber hat 1904 ausdrücklich betont, daß nach seiner späteren Auffassung die Mystacoceten sich »sehr früh abgezweigt haben von Tieren, die vermutlich dem *Zeuglodon* nahe standen, und aus denen sich auch die *Odontoceti* entwickelten«. Stromer hat aber auch in seinen späteren Arbeiten daran festgehalten, daß es bisher unmöglich sei, phylogenetische Beziehungen zwischen Bartenwalen und Urwalen nachzuweisen.

Die vorstehenden Erörterungen haben gezeigt, daß die Archaeocetengruppe der *Patriocetidae* unerwarteterweise die Archaeoceten mit den älteren Bartenwalen verbindet und daß somit nicht nur die Zahnwale, sondern auch die Bartenwale aus Archaeoceten hervorgegangen sind. Der Weg von den Archaeoceten zu den Zahnwalen, und zwar zu der Gruppe der Squalodontiden wird einstweilen nur durch eine Zwischenform, *Agorophius pygmaeus*, bezeichnet; *Prosqualodon australe* fällt, obwohl aus agorophiusartigen Typen hervorgegangen, aus der Reihe heraus und repräsentiert einen erloschenen Seitenzweig des Archaeocetenstammes, der, um Weber's Worte über *Zeuglodon* zu variieren, als ein verunglückter Versuch in der Entwicklungsrichtung gegen *Squalodon* bezeichnet werden kann.

Ohne Zweifel ist Stromer im Rechte, wenn er die Gruppe der Zeuglodontiden aus den Stämmen der Bartenwale und Zahnwale gänzlich ausschaltet. Drei Gruppen bleiben jedoch unter den Archaeoceten übrig, welche als Vorstufen der Bartenwale und Zahnwale bezeichnet werden können; das ist zunächst die primitive Gruppe der Microzeuglodontiden, welche die ursprünglichste Gruppe unter den Archaeoceten bilden; dann die Patriocetiden, die zu den Bartenwalen, und die Agorophiiden, die zu den Zahnwalen führen.

Eines ist jedoch ausdrücklich hervorzuheben. *Microzeuglodon caucasicum* ist nur aus sehr dürftigen Resten des Unterkiefers bekannt; aber dieser Rest ist trotzdem von großer Wichtigkeit, weil die Backenzähne hier durch größere Zwischenräume getrennt und nicht verkümmert sind. In dieser Hinsicht ist also *Microzeuglodon* primitiver als selbst *Protocetus atavus*, wenn auch die Form der Backenzähne bei *Protocetus* primitiver ist als bei *Microzeuglodon*. Hier liegt also ein typischer Fall von Spezialisationskreuzung vor.

Die wesentlichsten Unterschiede der vier Gruppen unter den Archaeoceten bestehen in folgendem:

1. *Microzeuglodontidae.* Hintere Backenzähne nicht verkümmert, weiter voneinander entfernt als bei den Zeuglodontiden.

2. *Zeuglodontidae.* Backenzähne in Reduktion begriffen, die bei *Zeuglodon* zum gänzlichen Schwunde des oberen letzten Molaren führt, hintere Backenzähne vom P_3 an dicht gedrängt.

3. *Agorophiidae.* Supraorbitalplatten der Frontalia von den Supramaxillaria überschoben.

4. *Patriocetidae.* Supraorbitalplatten der Frontalia von den Supramaxillaria unterschoben.

Somit erhalten wir folgende

Systematische Übersicht der Archaeoceten:

Archaeoceti Flower 1883.

I. Gruppe: ***Microzeuglodontidae*** (nov.).
Microzeuglodon caucasicum Lyd.
Microzeuglodon? Harwoodi Sanger.

II. Gruppe: ***Patriocetidae*** (nov.).
Patriocetus Ehrlichi van Ben.
Patriocetus Denggi Abel.
Agriocetus austriacus Abel.

III. Gruppe: ***Agorophiidae*** (nov.).
Agorophius pygmaeus Müller.
Prosqualodon australe Lyd.

IV. Gruppe: ***Zeuglodontidae*** van Beneden 1865.
Protocetus atavus E. Fraas.
Eocetus Schweinfurthi E. Fraas.
Prozeuglodon atrox Andrews.
Zygorhiza minor Müller.
Zeuglodon cetoides Owen.
Zeuglodon serratum Gibbes.
Zeuglodon brachyspondylum Müller.
Zeuglodon Osiris Dames.
Zeuglodon Isis Beadnell.
Zeuglodon Zitteli Stromer.
Zeuglodon Wanklyni Seeley.
Zeuglodon rossicum Paulson.
Kekenodon onomata Hector.
Phococetus Vasconum Delfortrie.

Es erübrigt noch, einige Worte über die Gruppierung der Bartenwale einerseits und der Zahnwale andererseits zu sagen.

Unter den Bartenwalen ist die Familie der Balaenopteriden entschieden ursprünglicher als die Balaeniden. Wenn *Rhachianectes* als Vertreter einer eigenen Familie, der *Rhachianectidae* oder *Agaphelidae*, von den Furchenwalen oder Balaenopteriden abgetrennt wird, so müßten auch viele fossile Formen, die sich in noch höherem Grade von den lebenden Balaenopteriden unterscheiden, von ihnen systematisch getrennt werden. Eine umfassende Revision der fossilen Bartenwale wird zeigen, in welcher Weise die heutige Abgrenzung der lebenden Familien der Bartenwale abzuändern ist.

Die Zahnwale, unter welchem Namen noch immer alle bezahnten Wale mit Ausnahme der Urwale zusammengefaßt werden, bestehen, wie ich schon 1905 zu zeigen versuchte, aus zwei ganz heterogenen Stämmen.

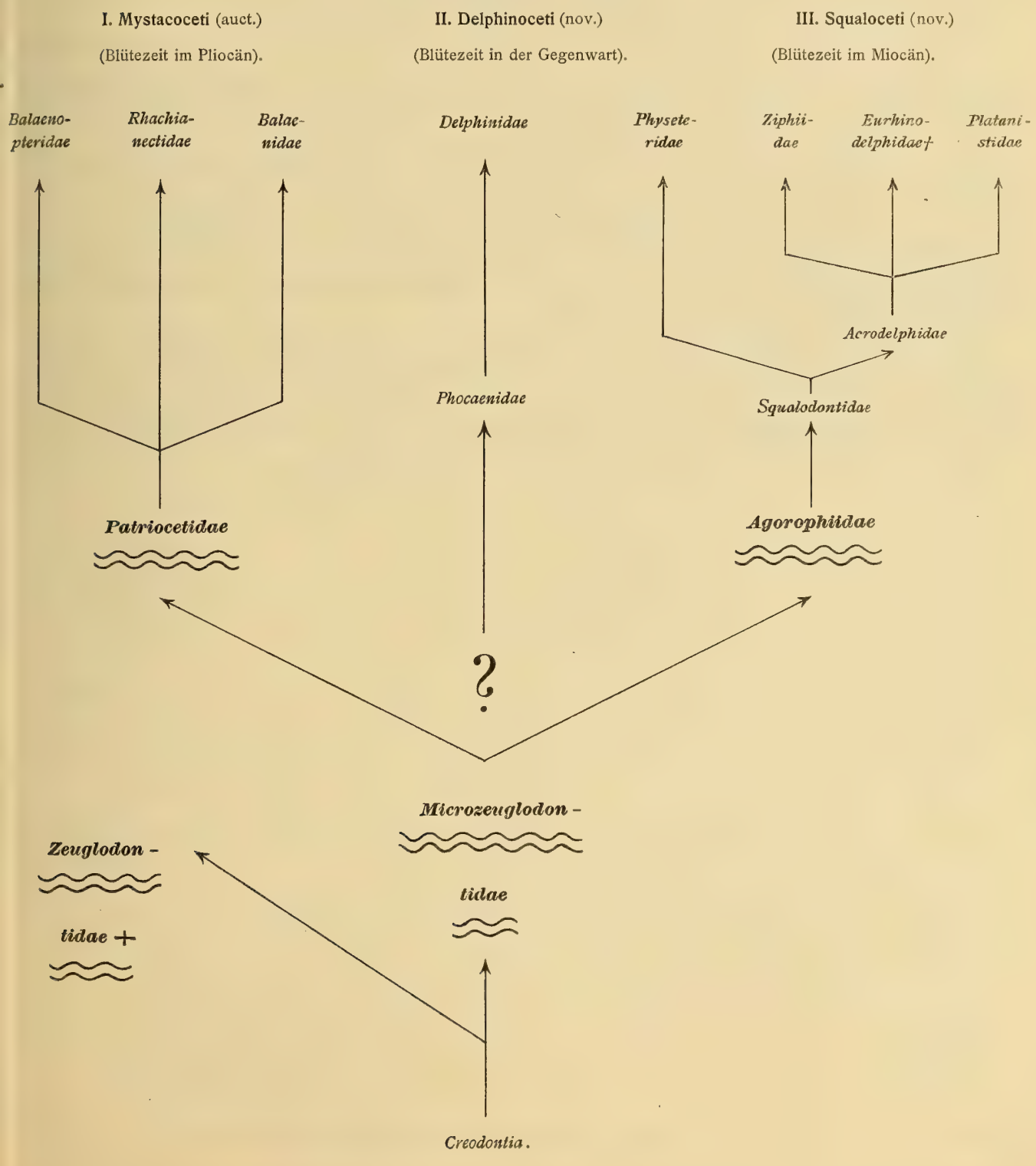
Die Squalodontiden verbinden mehrere große Gruppen mit den Archaeoceten. Aus den Squalodontiden sind, wie ich gezeigt habe, unmittelbar die Physeteriden hervorgegangen und der zweite Hauptstamm, von dem die Ziphiiden ihren Ausgang genommen haben, ist die Gruppe der Acrodelphiden, die heute nur noch wenige lebende Vertreter umfaßt. Aus ihnen sind die Stämme hervorgegangen, die durch die südamerikanische Gattung *Inia* repräsentiert werden, ferner die Weißwale und Narwale, *Pontoporia, Eurhinodelphis* und *Platanista*. Diese ganze, große Stammgruppe, die aus der gemeinsamen Wurzel der Squalodontiden entsprossen ist, habe ich als den Stamm der Acrodelphiden zusammengefaßt. Die Eurhino-

delphiden stehen unter den selbständigen Stämmen den Ziphiiden am nächsten. Der ganze Stamm, der von den Squalodontiden entsprungen ist, kann am besten unter dem Namen *Squaloceti* vereinigt werden.

Ganz isoliert steht bis heute der Stamm der Delphine und Braunfische den *Squaloceti* gegenüber. Wo sie an die *Archaeoceti* anzuschließen sind, darüber sind wir noch immer vollständig im unklaren. Ich fasse die Gruppe der Phocaeniden und Delphiniden als selbständige Gruppe auf und stelle sie als *Delphinoceti* den beiden anderen Hauptstämmen der lebenden Cetaceen, den *Squaloceti* und *Mystacoceti* gegenüber.

Somit erhalten wir folgendes Bild von den Verwandtschaftsverhältnissen der Wale:

Die Stämme der Wale.



Im frühen Eocän entstanden, haben sich die Cetaceen schon frühzeitig in verschiedene Stämme gespalten. Die echten Zeuglodontiden haben im Obereocän ihre Blüte erreicht und sterben im Miocän mit *Kekenodon* und *Phococetus* aus. Aus der Stammgruppe der *Microzeuglodontidae* gehen im Miocän die Squalodontiden hervor, die sich in zahlreiche Stämme spalten, welche größtenteils noch im Miocän den Höhepunkt ihrer Blütezeit überschreiten.

Die *Mystacoceti*, verhältnismäßig sehr spät, erst an der oberen Grenze des Oligocäns entstanden, entfalten sich rasch zu hoher Blüte, die sie im Pliocän erreichen; von da ab treten Anzeichen eines Niederganges des Stammes auf. Die *Delphinoceti* endlich sind im Tertiär überhaupt sehr spärlich vertreten, erscheinen zum erstenmale im Miocän, nehmen im Pliocän an Häufigkeit zu und erreichen in der Gegenwart mit zahlreichen, meist sehr stark variierenden Arten den Höhepunkt ihrer Entwicklung.

Die Entstehung der Bartenwale ist ohne Frage hauptsächlich durch einen Wechsel der Nahrungsweise beeinflußt worden. Die Archaeoceten sind ursprünglich wohl ausnahmslos ichthyophag gewesen und haben wahrscheinlich eine ähnliche Lebensweise wie die Robben geführt. Die Stämme der *Squaloceti* zeigen, daß die Ichthyophagie bei fortschreitender Stammesentwicklung von der Teuthophagie abgelöst wird. Planktonophag ist aber weder ein Squalocet noch ein Delphinocet geworden; nur die Bartenwale haben diese Ernährungsart angenommen und zwar ist wahrscheinlich das teuthophage Stadium dem planktonophagen vorausgegangen. Vereinzelt findet sich bei den Bartenwalen noch die Ichthyophagie, und zwar bei den Furchenwalen. Echte Sarcophagie, wie sie wohl bei den Archaeoceten ursprünglich vorherrschend war, findet sich unter den lebenden Walen nur noch in dem jüngsten Stamm der *Delphinoceti* bei der Gattung *Orca* vertreten.

Ein unerwartetes Ergebnis dieser Untersuchungen über die Herkunft der Bartenwale ist die Tatsache, daß die beiden einzigen bis jetzt bekannten Übergangsglieder zwischen Archaeoceten und Bartenwalen in eine geologisch so junge Zeit fallen, wie es die Wende der Oberoligocänzeit gegen das Miocän ist. Wir sehen daraus neuerlich, daß sich die Entwicklung einzelner Stämme viel rascher vollzogen haben muß, als wir sonst vielfach anzunehmen geneigt sind.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

I. Einleitung . . . . . 1 [155]

II. Geschichte der Linzer Walfunde . . . . . 3 [157]

III. Beschreibung von *Patriocetus Ehrlichi* van Ben. . . . . 6 [160]

A. Beschreibung des Schädels der Cotype II . . . . . 8 [162]

1. Supramaxillare . . . . . 8 [162]
2. Praemaxillare . . . . . 9 [163]
3. Nasale . . . . . 9 [163]
4. Frontale, Orbitosphenoid und Alisphenoid . . . . . 9 [163]
5. Lacrymale und Jugale . . . . . 11 [165]
6. Parietale . . . . . 11 [165]
7. Squamosum . . . . . 11 [165]
8. Mastoideum . . . . . 13 [167]
9. Exoccipitale . . . . . 13 [167]
10. Supraoccipitale . . . . . 14 [168]
11. Basioccipitale und Basisphenoid . . . . . 14 [168]
12. Praesphenoid und Mesethmoid . . . . . 15 [169]
13. Vomer . . . . . 15 [169]
14. Palatinum . . . . . 15 [169]
15. Pterygoideum . . . . . 16 [170]
16. Petrosum . . . . . 16 [170]
17. Mandibula . . . . . 18 [172]

B. Das Gebiß . . . . . 18 [172]

1. Die einwurzligen Zähne . . . . . 20 [174]
2. Die oberen Backenzähne . . . . . 21 [175]
3. Die unteren Backenzähne . . . . . 23 [177]

C. Vergleiche zwischen den Schädeln von *Patriocetus Ehrlichi,* den älteren Archaeoceten und den echten Bartenwalen . . . . . 24 [178]

D. Vergleich des Gebisses von *Patriocetus Ehrlichi* mit dem der Archaeoceten . . . . . 28 [182]

1. Zahnzahl . . . . . 28 [182]
2. Zahnwechsel . . . . . 29 [183]
3. Abstände der Backenzähne voneinander . . . . . 29 [183]
4. Wurzeln der Backenzähne . . . . . 29 [183]
5. Die Reduktion der Molaren . . . . . 30 [184]
6. Höhe der Krone über dem Alveolarrand . . . . . 31 [185]

E. Die Entstehung des Bartenwalgebisses aus dem Gebiß von *Patriocetus Ehrlichi* . . . . . 31 [185]

Seite

IV. Beschreibung von *Agriocetus austriacus* Abel . . . . . 34 [188]

A. Beschreibung des Schädelfragments . . . . . 35 [189]

1. Frontale . . . . . 35 [189]
2. Parietale . . . . . 36 [190]
3. Squamosum . . . . . 37 [191]
4. Exoccipitale . . . . . 38 [192]
5. Supraoccipitale . . . . . 38 [192]
6. Pterygoideum . . . . . 39 [193]

B. Systematische Stellung von *Agriocetus* . . . . . 39 [193]

V. Archaeocetenwirbel aus den Linzer Sanden . . . . . 40 [194]

VI. Die systematische Stellung der Archaeoceten . . . . . 45 [199]

VII. Geologische und geographische Verbreitung der Archaeoceten . . . . . 47 [201]

I. Ägypten (Mitteleocän bis Obereocän) . . . . . 47 [201]
II. Nordamerika (Obereocän bis Unteroligocän) . . . . . 50 [201]
III. Südaustralien (Obereocän) . . . . . 50 [204]
IV. England. (Obereocän) . . . . . 51 [204]
V. Rußland (Unteroligocän) . . . . . 51 [205]
VI. Kaukasus (Oberoligocän?) . . . . . 52 [205]
VII. Österreich (Oberoligocän) . . . . . 54 [206]
VIII. Frankreich (Miocän) . . . . . 54 [208]
IX. Südamerika (Miocän) . . . . . 55 [208]
X. Neuseeland (Miocän) . . . . . 55 [209]
XI. Seymourinsel (Miocän) . . . . . 57 [209]

VIII. Die Herkunft der Bartenwale von den Archaeoceten . . . . . 57 [211]

IX. Die phylogenetische Stellung der Archaeoceten . . . . . 65 [219]

Tafel I.

Tafel I.

Patriocetus Ehrlichi van Beneden (Cotype II). — Schädel, von oben gesehen.

Fundort: Linz, Oberösterreich.

Geologisches Alter: Oberoligocän (Basis der weißen Strandsande, unmittelbar über dem Granit).

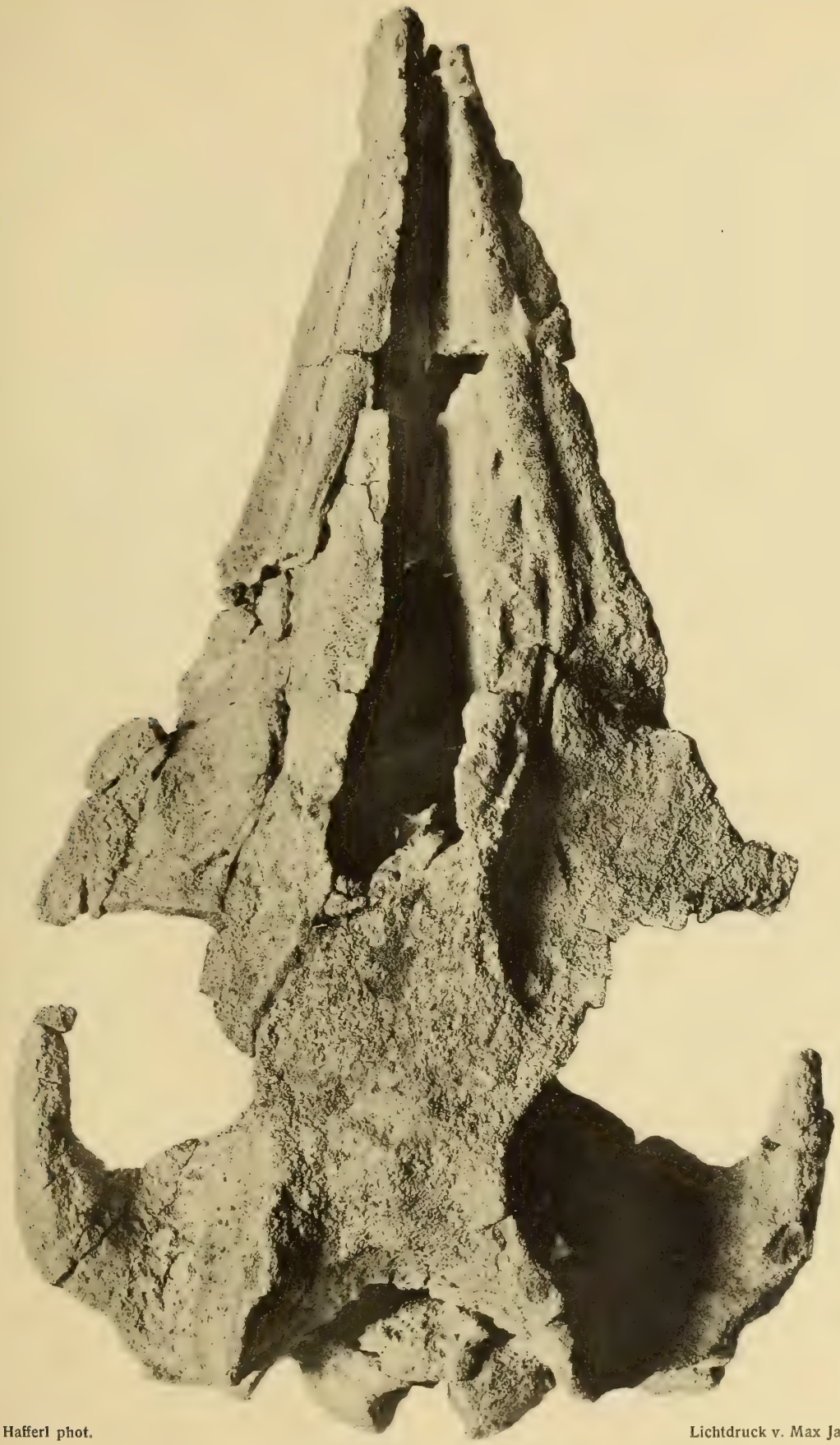
Original: Im Museum »Francisco-Carolinum« in Linz.

Anmerkung.

Die große Lücke im Hinterhaupt, welche die Hinteransicht des Schädels auf Tafel IV, Fig. 1, zeigt, ist hier durch ein die Lücke größtenteils füllendes Fragment des Supraoccipitale verschlossen, das sich unter den noch übrigen Bruchstücken des Schädels vorfand. Das Bild zeigt ausschließlich die Originalbestandteile des Schädels; Gipsbrücken etc. sowie andere Rekonstruktionen sind am Objekt nicht durchgeführt. Der dunkle Fleck auf der Oberseite des rechten Squamosums bezeichnet die Stelle, wo das rechte Petrosum bei der Auffindung des Schädels lag. — Die Photographie läßt die für alle Knochenfunde aus den Linzer Sanden charakteristische rauh gekörnte Oberfläche erkennen, welche durch ein inniges Anhaften von groben Sandkörnern an die Knochenoberfläche bedingt ist.

Maße:

Gesamtlänge des Schädels	65 *cm*
Bizygomatischer Durchmesser (größte Schädelbreite)	35 »
Schädelbreite zwischen den Processus postorbitales	33 »
Länge der Rostralrinne im offenen Abschnitte	40 »
Länge des flachen Schädeldachabschnittes	13 »
Länge der Seitenkante des Supraoccipitale	9 »
Breite der Nasenöffnung	5 »
Größte Breite des Rostrums in der Antorbitallinie	21 »
Länge der Parietalia in der Mittellinie	5 »
Länge des an der Zusammensetzung des flachen Schädeldachabschnittes beteiligten Abschnittes des Supraoccipitale	2 »



Ing. Franz Hafferl phot. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel II.

Tafel II.

Patriocetus Ehrlichi van Beneden (Cotype II). — Schädel, von unten gesehen. (Derselbe Schädel wie auf Tafel I). Oberoligocän von Linz, Oberösterreich.

Maße:

Schädellänge	65 *cm*
Bizygomatischer Durchmesser	35 »
Breite des Schädels zwischen beiden Processus paroccipitales	26 »
Abstand der Flügelenden des Basioccipitale voneinander	13 »
Abstand der Seitenleisten des Basisphenoid voneinander	6 »
Abstand der beiderseitigen letzten Molaren voneinander	17 »

Ing. Franz Hafferl phot. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel III.

Tafel III.

Fig. 1. Schädel von *Patriocetus Ehrlichi* van Ben. (Cotype II), von rechts, in etwa $^2/_5$ der natürlichen Größe (Schädellänge 65 *cm*). (Die Photographie wurde vor der Anfügung der Krone des M_3 an seine Wurzeln aufgenommen.)

Fig. 2. Unterkiefer von *Patriocetus Ehrlichi* van Ben. (Cotype II). Linker Unterkieferast von außen; vor der Anfügung der Kronen an die Wurzeln photographiert (die Rekonstruktion des Unterkiefers, Textfig. 4, zeigt die Kronen der vier letzten Backenzähne dieses Kieferfragmentes nach ihrer Anfügung). — Ungefähr $^2/_5$ der natürlichen Größe.

Fundort: Oberoligozän von Linz, Oberösterreich.

Original: Im Museum »Francisco-Carolinum« in Linz, Oberösterreich.

Fig. 1

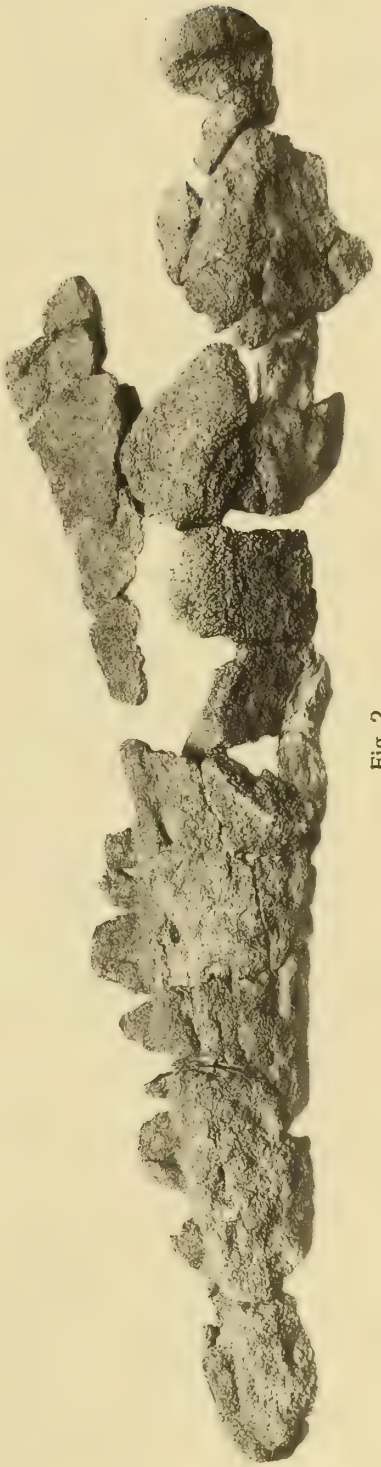


Fig. 2

Ing. Franz Hafferl phot. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel IV.

Tafel IV.

Fig. 1. *Patriocetus Ehrlichi* van Beneden (Cotype II). Schädel, von hinten gesehen. — Die Photographie wurde in Linz vor Anfügung des die große Lücke im Hinterhaupt schließenden Fragments des Supraoccipitale aufgenommen. Bizygomatischer Durchmesser 35 *cm*; Fig. 1 somit in $^3/_7$ der natürlichen Größe.

Fig. 2. *Agriocetus austriacus* Abel. Type. Schädelfragment; von unten gesehen. — Bizygomatischer Durchmesser 26 *cm*; Fig. 2 somit in etwa $^3/_5$ der natürlichen Größe.

Fundort: Oberoligocän von Linz, Oberösterreich.

Original: Im Museum »Francisco-Carolinum« in Linz.

Die große ovale Öffnung im Hinterhaupt, die unterhalb des Oberrandes des Foramen magnum sichtbar ist, ist eine während des Fossilisationsprozesses entstandene Bruchöffnung. Die Knochenoberfläche ist stellenweise mit fest anhaftenden Sandkörnern bedeckt. Die Schädelbasis ist abgebrochen, so daß die Hirnhöhle freiliegt.

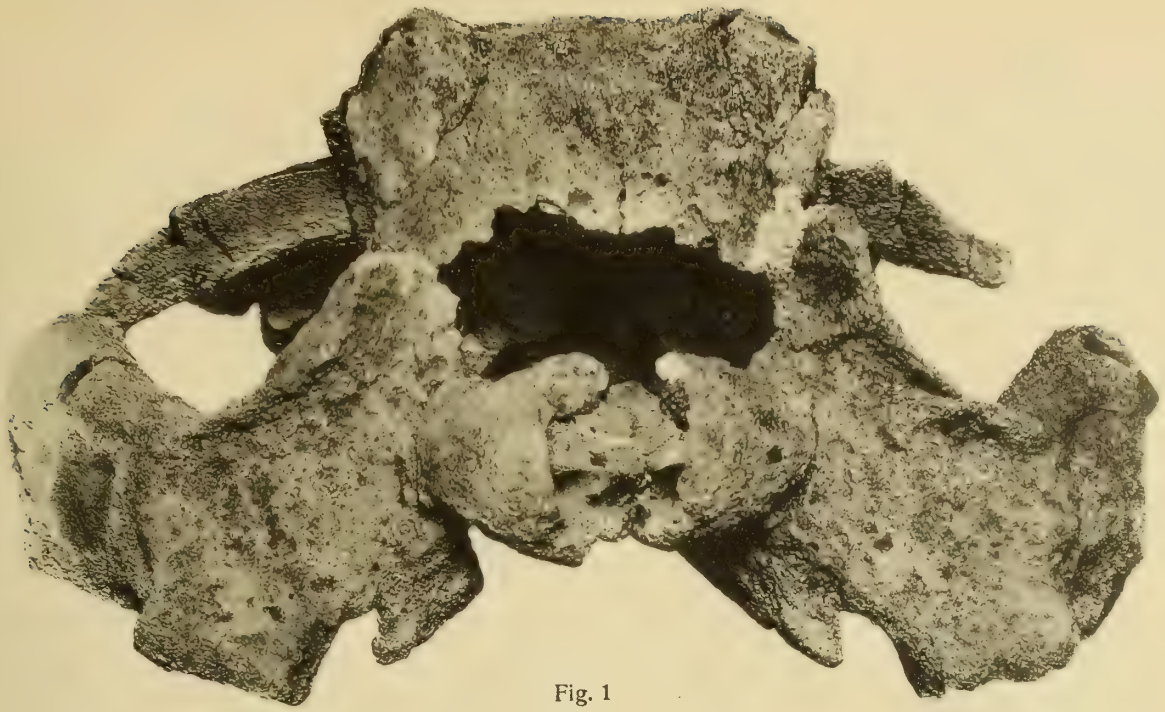


Fig. 1

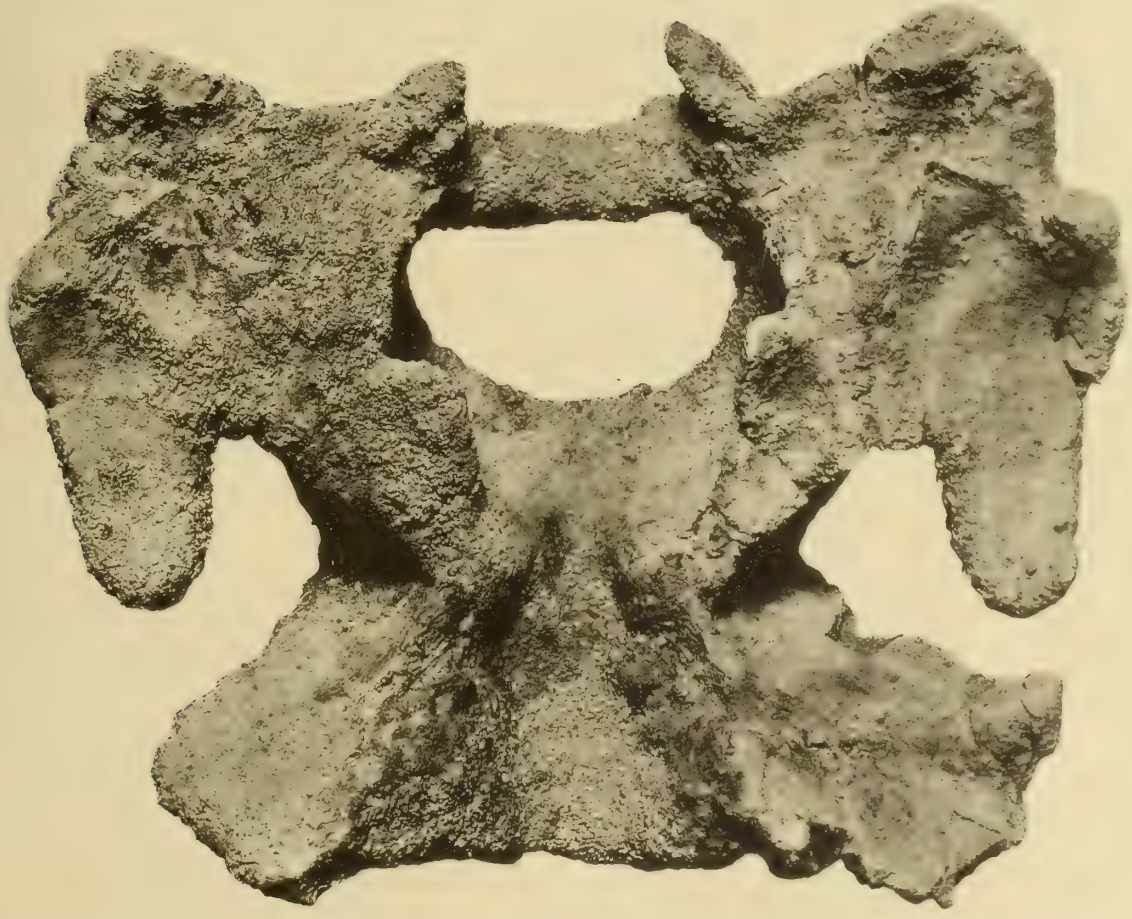


Fig. 2

Ing. Franz Hafferl phot. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel V.

Tafel V.

Fig. 1. *Agriocetus austriacus* Abel. Type. — Oberoligocän von Linz, Oberösterreich. Schädelfragment, von links gesehen, in $^3/_5$ der natürlichen Größe (vergl. Tafel IV, Fig. 2).

Zu beachten: die sehr geringe Höhe des Schädels — der Verlauf der Hinterkante des Supraorbitalflügels des Frontale, die als scharf markierte, überhängende Platte die vordere Hälfte der Temporalgrube überdacht — der weit nach hinten vorspringende Processus paroccipitalis — der langgestreckte, schwach gebogene Processus zygomaticus squamosi und die sehr stark nach vorn geneigte Schuppe des Supraoccipitale.

Fig. 2. Oberansicht desselben Schädels in $^3/_5$ der natürlichen Größe.

Zu beachten: das Vorhandensein einer scharf begrenzten Mittelpartie des Schädeldaches, die zur Hälfte von den Frontalia, zur Hälfte von den Parietalia gebildet wird (vergl. die Rekonstruktion, Tafel VII), — die breite, schwach gewölbte und in der Mittellinie gekielte Schuppe des Supraoccipitale, die im unteren Abschnitt eine Bruchöffnung von ovalem Umriß besitzt — die steil vom Schädeldach nach unten und außen abfallenden Supraorbitalplatten der Frontalia und der relativ große bizygomatische Durchmesser (26 *cm*).

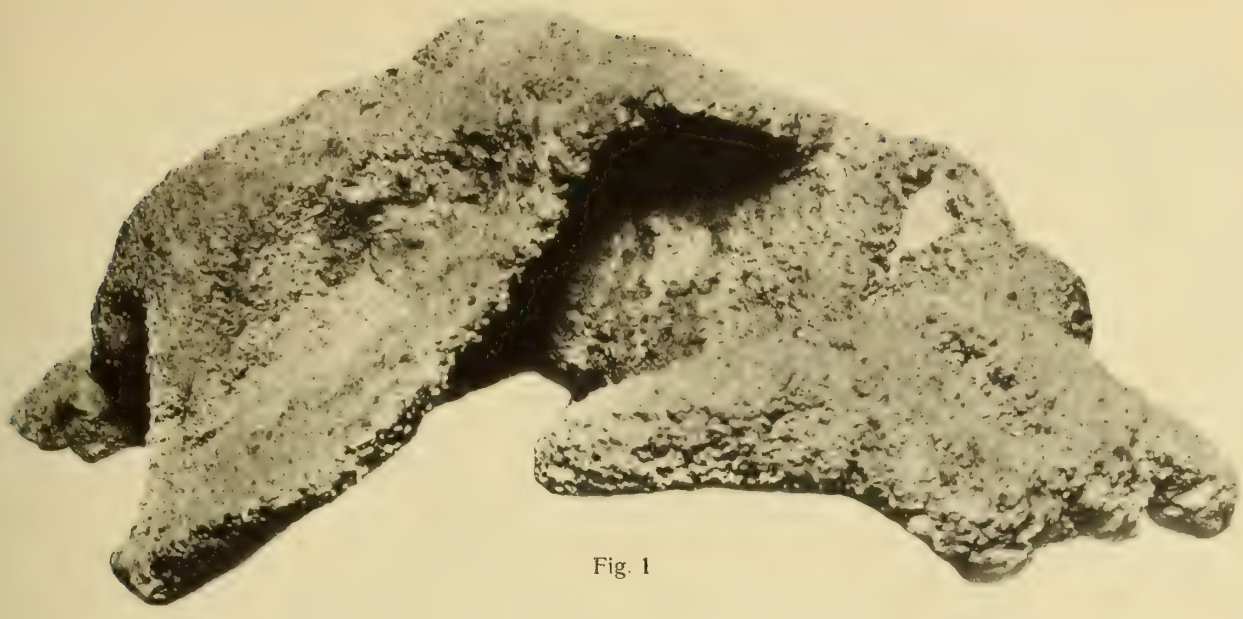


Fig. 1

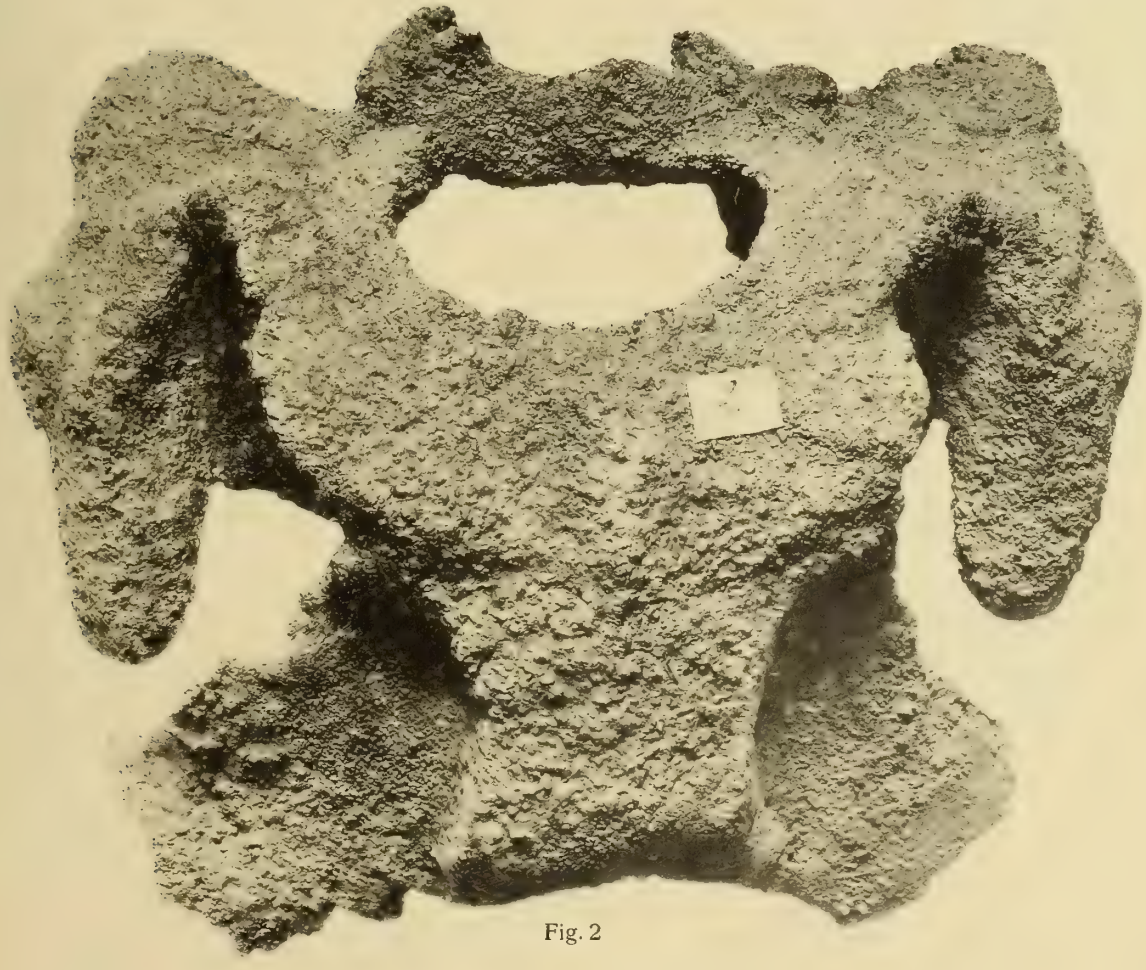


Fig. 2

Ing. Franz Hafferl phot. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel VI.

Tafel VI.

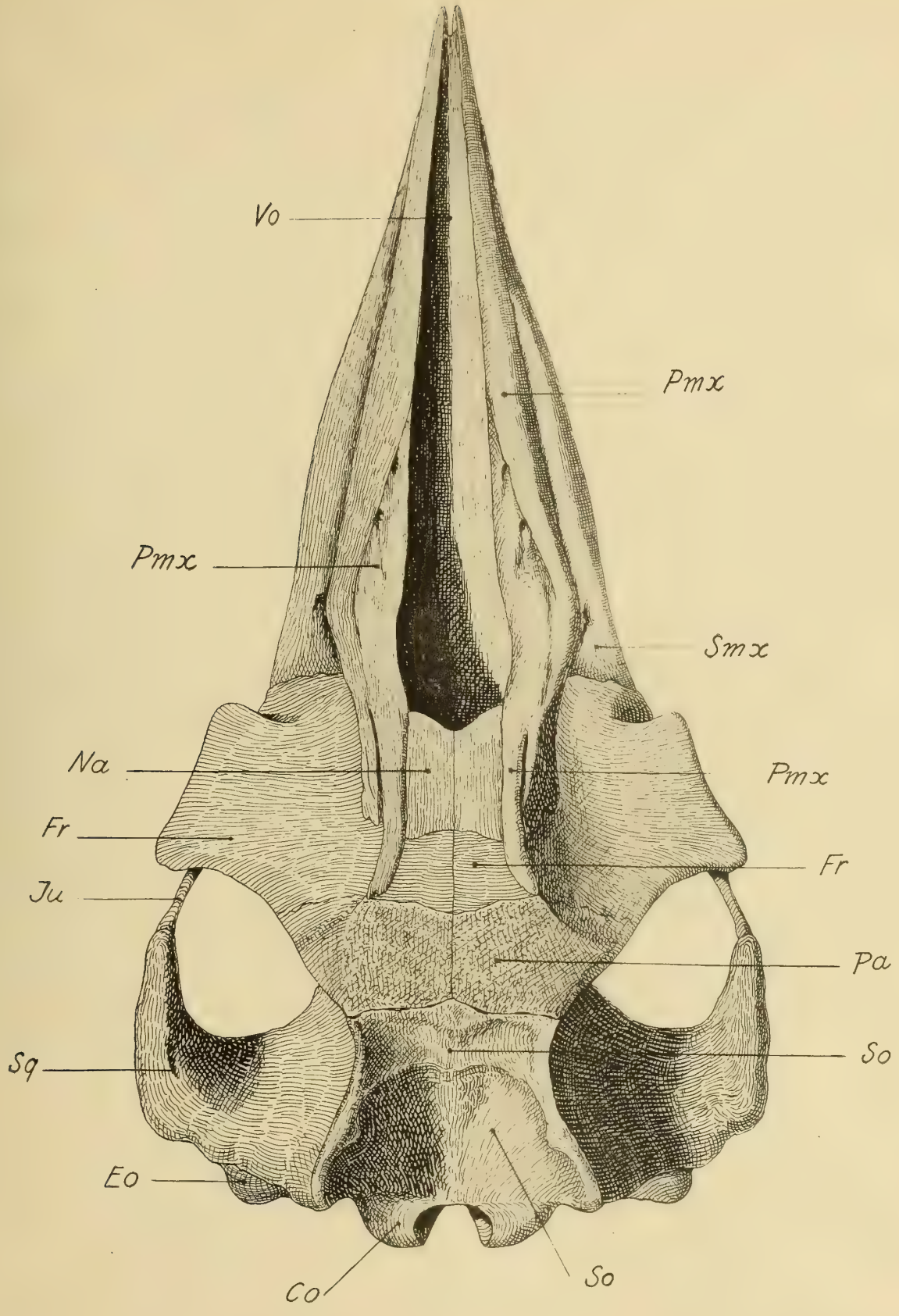
Rekonstruktion des Schädels von *Patriocetus Ehrlichi* Van Ben. aus dem Oberoligocän von Linz in Oberösterreich in ungefähr $^4/_{13}$ der natürlichen Größe. (Schädellänge der Cotype II, welcher die äußerste Spitze des Rostrums fehlt, 65 *cm*.) — Vergl. Tafel I.

Erklärung der Abkürzungen.

Co = Condylus occipitalis.
Eo = Exoccipitale.
Fr = Frontale.
Ju = Jugale.
Na = Nasale.
Pa = Parietale.
Pmx = Praemaxillare.
Smx = Supramaxillare.
So = Supraoccipitale.
Sq = Squamosum.
Vo = Vomer.

Bemerkungen.

Die Nasalia sind zum größten Teil ergänzt; die Jugalia sind vollständig ergänzt. Alle übrigen Schädelknochen sind so gut erhalten, daß die Rekonstruktion sich im wesentlichen auf die Umrißlinien beschränken konnte. Da der Schädel der Cotype II ein wenig verdrückt ist, so erklären sich daraus die bei oberflächlichem Vergleiche mit der Photographie des Originals (Tafel I) auffallenden Differenzen zwischen dieser und der Rekonstruktion.



Autor del. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel VII.

Tafel VII.

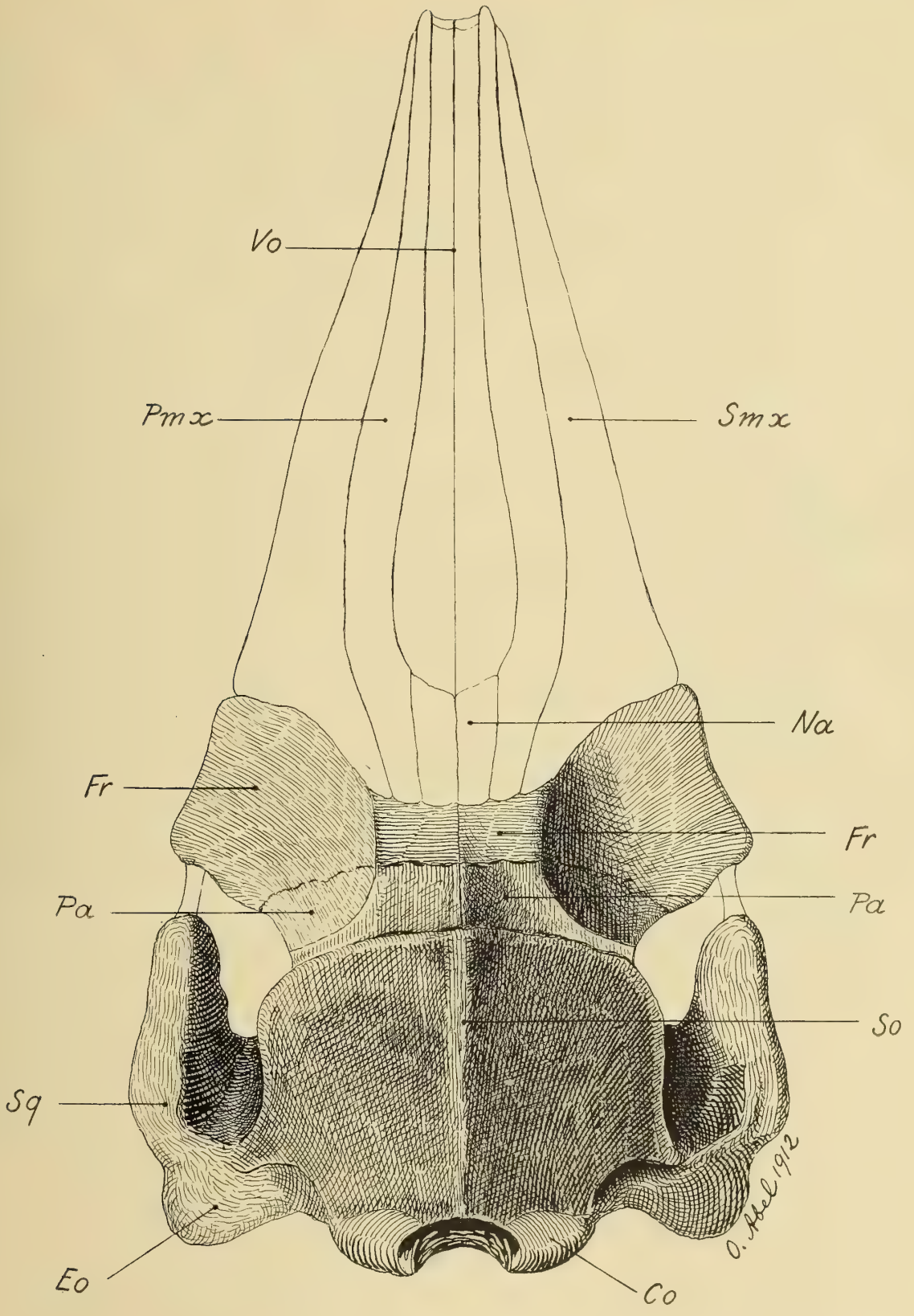
Rekonstruktion des Schädels von *Agriocetus austriacus* Abel (Type) aus dem Oberoligocän von Linz, Oberösterreich, in $^2/_5$ der natürlichen Größe (bizygomatischer Durchmesser des Originals 26 *cm*). Vergl. Tafel V, Fig. 2.

Erklärung der Abkürzungen.

Co = Condylus occipitalis.
Eo = Exoccipitale.
Fr = Frontale.
Na = Nasale.
Pa = Parietale.
Pmx = Praemaxillare.
Smx = Supramaxillare.
So = Supraoccipitale.
Sq = Squamosum.
Vo = Vomer.

Bemerkungen.

Die Umrißlinien des Rostrums sind ungefähr nach denselben Verhältnissen wie bei *Patriocetus Ehrlichi* ergänzt, doch ist die Antorbitalkerbe nicht sehr tief angenommen. Da die Grenzlinie der Frontalia gegen die Supramaxillaria, Praemaxillaria und Nasalia am Originale sichtbar ist, so ist diese Region nicht als rekonstruiert anzusehen. Die Grenzlinien zwischen Frontalia und Parietalia sind genau nach dem Originale gezogen, wo sie nur bei bestimmter Beleuchtung sichtbar sind. Auf Tafel V, Fig. 2, ist nur der mittlere Abschnitt dieser Grenzlinie deutlich zu verfolgen.



Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel VIII.

Tafel VIII.

Cetotherium Rathkei Brandt (1842). — Schädel von oben in $^1/_3$ der natürlichen Größe. — Miozän der Halbinsel Taman (Krim). Im sarmatischen Steppenkalk entdeckt von Rathke 1833. (Mém. d. savants étrang. de l'Acad. Imp. de St. Pétersbourg, T. II, 1835, p. 332, Taf., Fig. 1 bis 2).

Original im Museum der kais. Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg.

Neue Rekonstruktion auf Grundlage der Abbildungen und Beschreibung von J. F. Brandt (Mémoires de l'Acad. Imp. St. Pétersbourg, VII. Sér., T. XX, Nr. 1, 1873, p. 68, Tafel I bis II).

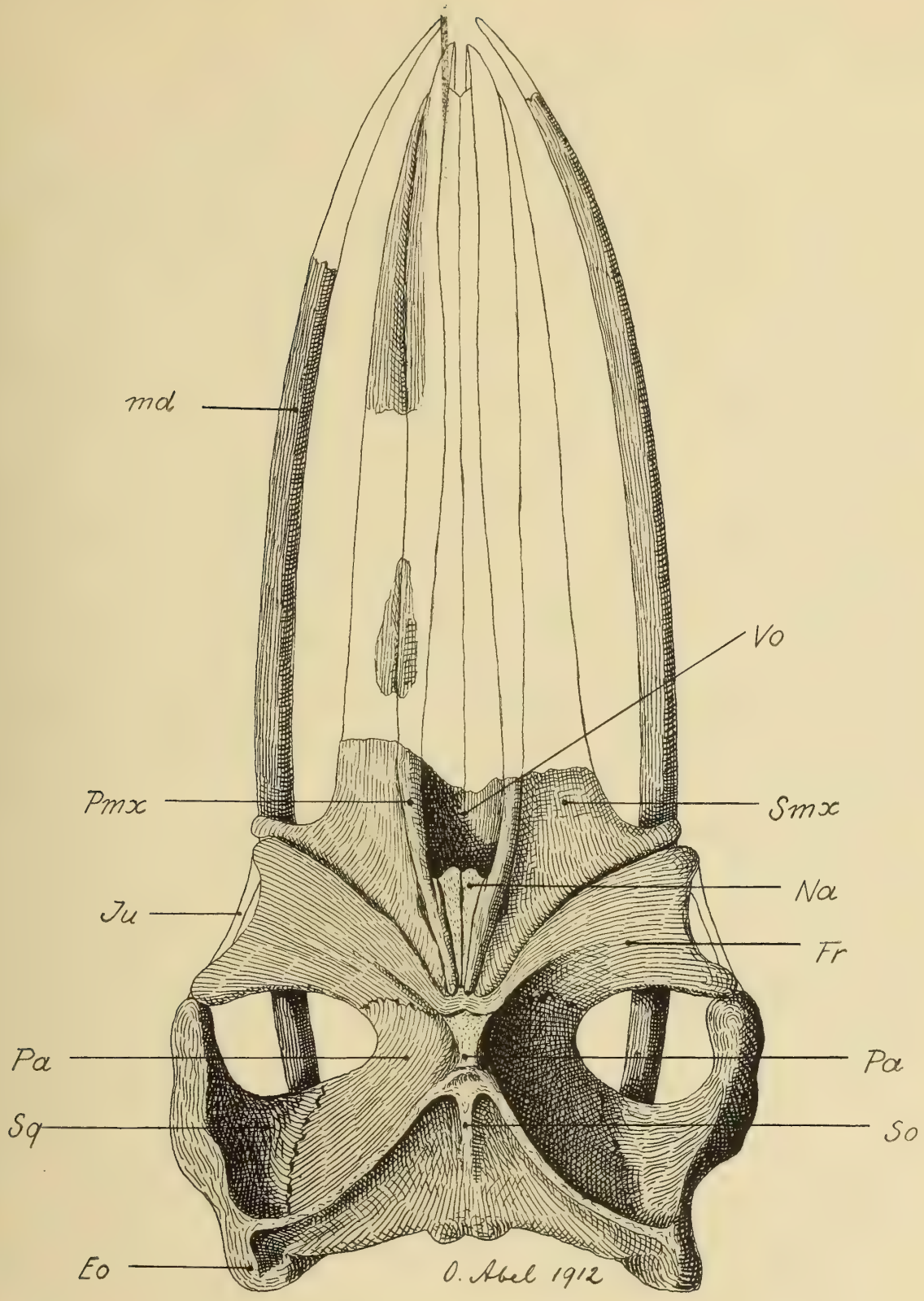
Erklärung der Abkürzungen:

Eo = Exoccipitale.
Fr = Frontale.
Ju = Jugale.
Md = Mandibula.
Na = Nasale.
Pa = Parietale.
Pmx = Praemaxillare.
Smx = Supramaxillare.
So = Supraoccipitale.
Sq = Squamosum.
Vo = Vomer.

Bemerkungen:

Das Supramaxillare unterteuft das Frontale und reicht ebensoweit nach hinten als das Praemaxillare. Dadurch erhält die Fronto-Supramaxillargrenze einen auffallenden Verlauf, indem sie sich von der Antorbitalkerbe sehr schräg nach hinten innen bis zur Verbindungslinie der Postorbitalvorsprünge erstreckt. Die Frontalia nehmen geringen Anteil an der Bildung des Schädeldaches, die Parietalia dagegen einen fast dreimal so großen. Deutlich ist die Mittelpartie des Schädeldaches von den Temporalgruben durch einen Kamm abgegrenzt. Das dreieckige Supraoccipitale ist schwach konkav und besitzt einen medianen Kamm im obersten Abschnitt.

Die Gesamtlänge des Tieres ist auf etwa 2 *m* zu schätzen.



Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel IX.

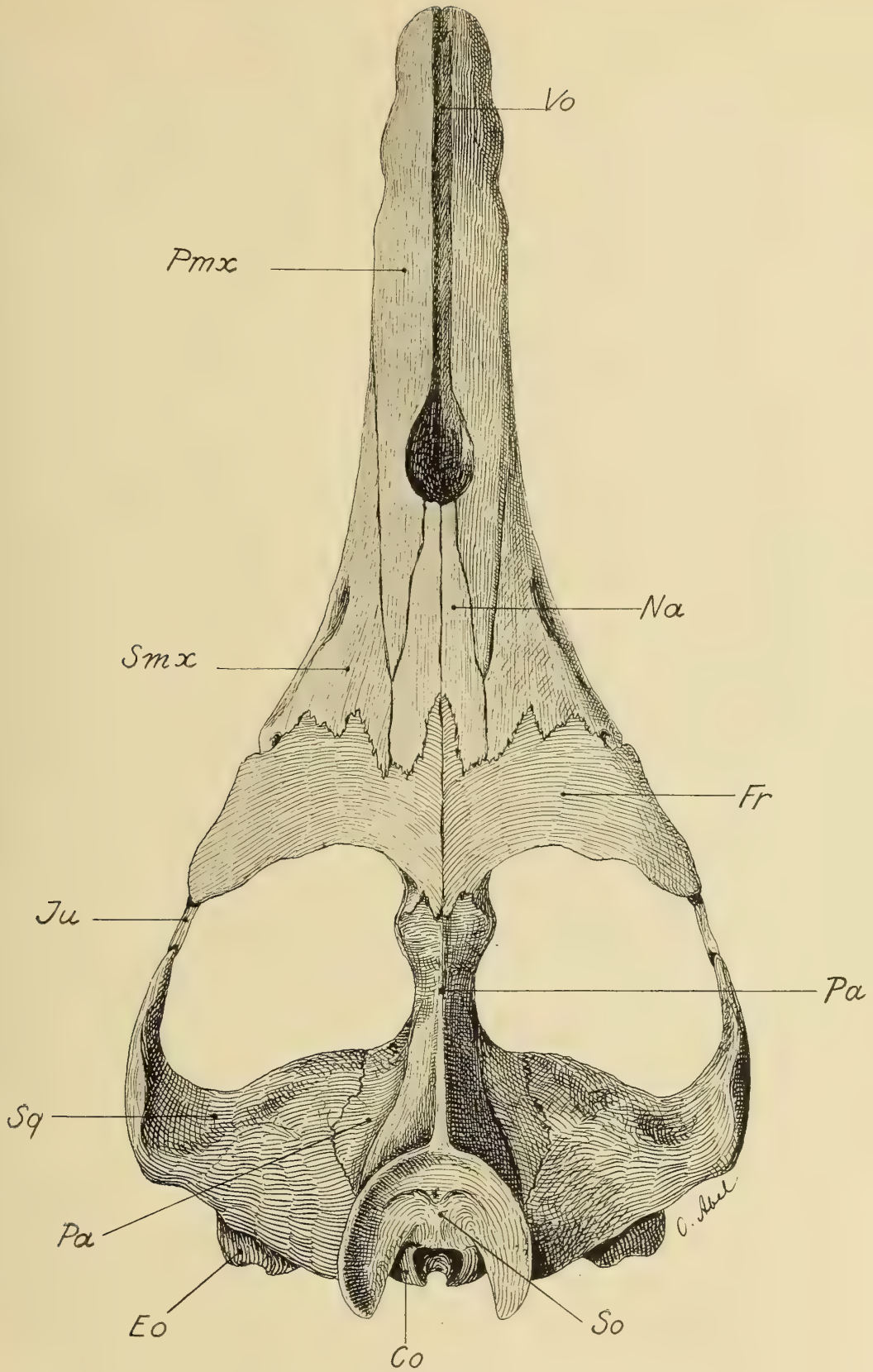
Tafel IX.

Rekonstruktion des Schädels von *Zeuglodon Isis* Beadnell aus dem oberen Mitteleocän von Ägypten (von der Uadi-Rajan-Stufe bis zur Birket-el-Kerun-Stufe des Fayûm) auf Grundlage der Abbildung des Schädels in der Abhandlung von Ernst Stromer v. Reichenbach (Die Archaeoceti des ägyptischen Eozäns. — Beitr. zur Palaeont. und Geol. Öst.-Ung. u. d. Orients, XXI., Wien 1908, Taf. VII [IV], Fig. 1).

Erklärung der Abkürzungen:

Co = Condylus occipitalis.
Eo = Exoccipitale.
Fr = Frontale.
Ju = Jugale.
Na = Nasale.
Pa = Parietale.
Pmx = Praemaxillare.
Smx = Supramaxillare.
So = Supraoccipitale.
Sq = Squamosum.
Vo = Vomer.

Der Schädel besitzt eine Gesamtlänge von 119 *cm* (Original im Stuttgarter Naturalienkabinett; Maße nach E. von Stromer l. c., 1908, p. 145). — Die hier mitgeteilte Rekonstruktion des Schädels entspricht also ungefähr $^1/_5$ der natürlichen Größe. — Die Gesamtlänge des Skelettes kann auf über 7 *m* veranschlagt werden, da diese Art eine von *Zeuglodon Osiris* Dames (Textfig. 14) vollständig verschiedene Körperform besitzt. Die Lendenregion desselben Skelettes, dem der hier abgebildete Schädel angehört, besitzt nach E. v. Stromer (l. c., p. 134) eine Länge von 210 *cm* und die Thorakalregion ist sogar noch etwas länger. Da auf den Schwanz ungefähr 2 *m* zu rechnen sind, so muß das Tier über 7 *m* lang gewesen sein. Die durch die Streckung der Wirbelkörper bedingte Verschiedenheit des Körperbaues vom kurzwirbeligen *Zeuglodon Osiris* spricht dafür, daß es sich um Vertreter von zwei ganz verschiedenen Stämmen handelt.



Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel X.

Tafel X.

Agorophius pygmaeus J. Müller 1849. Schädel von oben in $^1/_2$ der natürlichen Größe.

Alttertiär (Jacksonien-Unteroligocän) von Südcarolina, Nordamerika: Mergel vom Ashley River bei Greers Landing.

Original verloren.

Schädellänge (unvollständig); 14·5 in. (= 36·83 *cm*); mit ergänztem Vorderende zirka 38·63 *cm*.

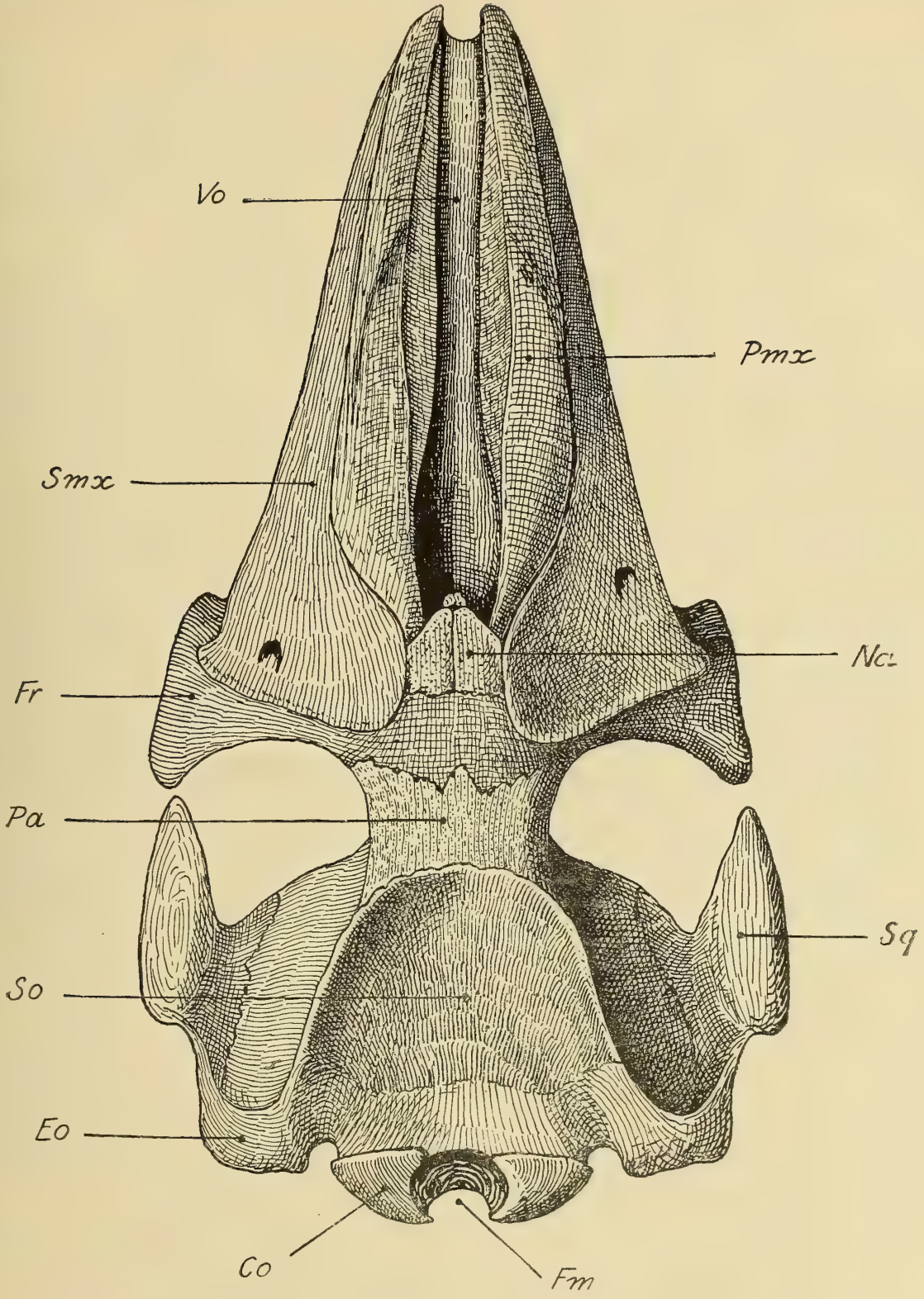
Neue Rekonstruktion auf Grundlage der von L. Agassiz angefertigten und von F. W. True (1907) veröffentlichten lithographischen Abbildungen.

Erklärung der Abkürzungen:

Co = Condylus occipitalis.
Eo = Exoccipitale.
Fm = Foramen magnum.
Fr = Frontale.
Na = Nasale.
Pa = Parietale.
Pmx = Praemaxillare.
Smx = Supramaxillare.
So = Supraoccipitale.
Sq = Squamosum.
Vo = Vomer.

Bemerkungen.

Kennzeichnend für die Gattung *Agorophius* sind das archaeocetenartige Schädeldach mit breitem Parietalband, aber ohne Sagittalkamm, die teilweise Überdeckung der Supraorbitalplatten der Frontalia durch die Supramaxillaria, das weit nach vorn geschobene Supraoccipitale und das niedrige Schädelprofil. Die Nasalia sind ergänzt.



Autor del. Kunstanstalt Max Jaffé, Wien.

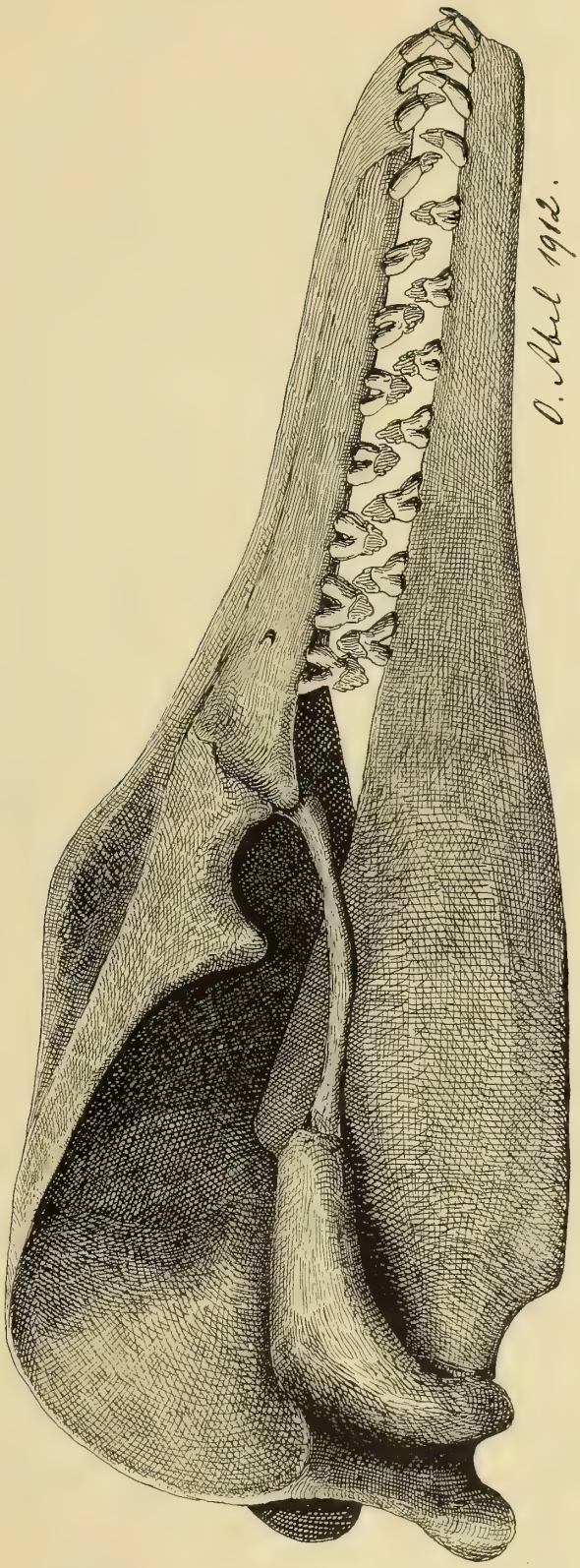
Tafel XI.

Tafel XI.

Rekonstruktion des Schädels von *Patriocetus Ehrlichi* van Ben., aus dem Oberoligocän von Linz, Oberösterreich, in etwa $^4/_{13}$ der natürlichen Größe.

Bemerkungen.

Der Umfang der rekonstruktiven Ergänzungen geht aus dem Vergleiche mit den photographischen Abbildungen des Schädels der Cotype II (Taf. III) hervor.



Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel XII.

Tafel XII.

Fig. 1. *Patriocetus Ehrlichi* van Ben. — Rekonstruktion des Schädels in der linken Seitenansicht. — Länge des Schädels 0·65 *m*. — Oberoligocän von Linz, Oberösterreich. — Original im Museum »Francisco-Carolinum« in Linz, Oberösterreich.

Fig. 2. *Balaenoptera rostrata* Fabricius. — Schädel von links. — Schädellänge 43·5 in. = 1·10 *m*; Gesamtlänge des Exemplars 16 f. 15$^1/_2$ in. (Maximallänge bei dem von Turner aus Granton, Schottland, beschriebenen ♀ 28 f. 6 in.). Nach einer Photographie von F. W. True. — Fundort: Off Monomoy Point, Harwichport, Mass. — Original im U. S. Nat. Mus. Washington (Nr. 20931). — (F. W. True: The Whalebone Whales of the Western North Atlantic. — Smithson. Contributions to Knowledge, XXXIII, Washington, 1904, Pl. XXVI, Fig. 2.)

Fig. 3. *Rhachianectes glaucus* Cope. — Schädel von links. — Schädellänge 2·464 *m* (nach A. W. Malm). Das größte bisher gefangene Exemplar war (nach Kapitän W. H. Dall) 48 f. lang. — Fundort: Monterey, Californien. — Nach einer Photographie von F. W. True. — Original im U. S. Nat. Mus., Washington (Nr. 13803). (F. W. True, l. c., Pl. XLVII, Fig. 3.)

Fig. 4. *Balaena glacialis*, Bonaterre. Schädel von links. — Schädellänge 124 in. (= 3·15 *m*), Skelettlänge 45 f. 3 in. — Das größte bisher bekannte Exemplar von Cape Lookout, N. C. (gefangen 1894), erreichte nach Brimley eine Körperlänge von 53 f. — Nach einer Photographie von F. W. True. — Fundort: Amagansett, Long Island, New York. — Original im U. S. Nat. Mus., Washington (Nr. 23077). (F. W. True, l. c., Pl. XLIII, Fig. 1.)

Erklärung der Abkürzungen:

C = Eckzahn.	*Pal* = Palatinum.
Co = Condylus occipitalis.	*Pmx* = Praemaxillare.
Fr = Frontale.	*Pr. par.* = Processus paroccipitalis.
I = Inzisiven (I_1, I_2, I_3).	*Pr. pogl.* = Processus postglenoidalis.
Ju = Jugale.	*Pr. praegl.* = Processus praeglenoidalis.
M = Molaren (M_1, M_2, M_3).	*Pte* = Pterygoideum.
Mea = Meatus auditorius externus.	*Smx* = Supramaxillare.
Na = Nasale.	*So* = Supraoccipitale.
P = Prämolaren (P_1, P_2, P_3, P_4).	*Sq* = Squamosum.
Pa = Parietale.	*Tym* = Tympanicum.

Ein Vergleich der vier Schädel zeigt:

1. Das Rostrum ist bei *Patriocetus* am kürzesten, bei *Balaena* am längsten. Bei *Patriocetus* noch bezahnt, ist es schon bei *Balaenoptera* beim erwachsenen Tiere unbezahnt. Bei *Patriocetus* am Vorderende sehr schwach herabgebogen, nimmt die Krümmung stetig bis *Balaena* zu, wodurch der für die Aufnahme der Barten bestimmte Raum immer mehr vergrößert wird.

2. Das Supramaxillare unterteuft die Supraorbitalplatte des Frontale bei allen vier Gattungen, am stärksten bei *Balaena*.

3. Die Orbita liegt bei *Patriocetus* am weitesten vorn und in geringer Entfernung vom Schädeldach, verschiebt sich bei *Balaenoptera* und *Rhachianectes* immer mehr nach hinten und unten und erreicht ihre extrem verschobene Lage bei *Balaena*.

4. Das Frontale wird im Supraorbitalflügel zu einem immer schmäler und länger werdenden Fortsatz ausgezogen, der bei *Balaena* die extreme Form erreicht. Der Processus postorbitalis liegt bei *Balaena* dem Squamosum an, während er bei *Patriocetus* noch weit von diesem entfernt ist.

5. Das Jugale war bei *Patriocetus*, soweit wir aus den Ansätzen am Processus praeorbitalis und Processus praeglenoidalis schließen können (der Knochen selbst ist in seinem Spangenteile nicht erhalten), ein langgestreckter, schwach nach unten ausgebogener Stab. Bei *Balaenoptera* stark verkürzt und stark nach unten ausgebogen, erreicht er bei *Balaena* die Form einer halbkreisförmig gebogenen, stark verkürzten Spange.

6. Das Parietale, bei *Patriocetus* noch Anteil an der Bildung des Schädeldaches nehmend und auf der Oberseite des Schädeldaches als breites Band sichtbar, ist bereits bei *Balaenoptera* vom Supraorbitale überdeckt und nur in der Temporalgrube sichtbar.

7. Das Supraoccipitale, bei *Patriocetus* noch ein primitives Verhalten zeigend, legt sich schon bei *Balaenoptera* als flache Schuppe weit nach vorn auf das Schädeldach. Bei *Balaena* stößt es beinahe mit dem Supramaxillare, Praemaxillare und Nasale zusammen.

8. Das Squamosum, bei *Patriocetus* sehr groß, wird schrittweise kleiner und erreicht die extreme Kürze bei *Balaena*.

9. Die Temporalgrube, bei *Patriocetus* sehr groß und weit, wird schrittweise kleiner und erreicht die extreme Verengerung bei *Balaena*.

10. Das Schädeldach, schon bei *Patriocetus* niedrig, erreicht über *Balaenoptera* und *Rhachianectes* seine extrem niedere Form bei *Balaena*.

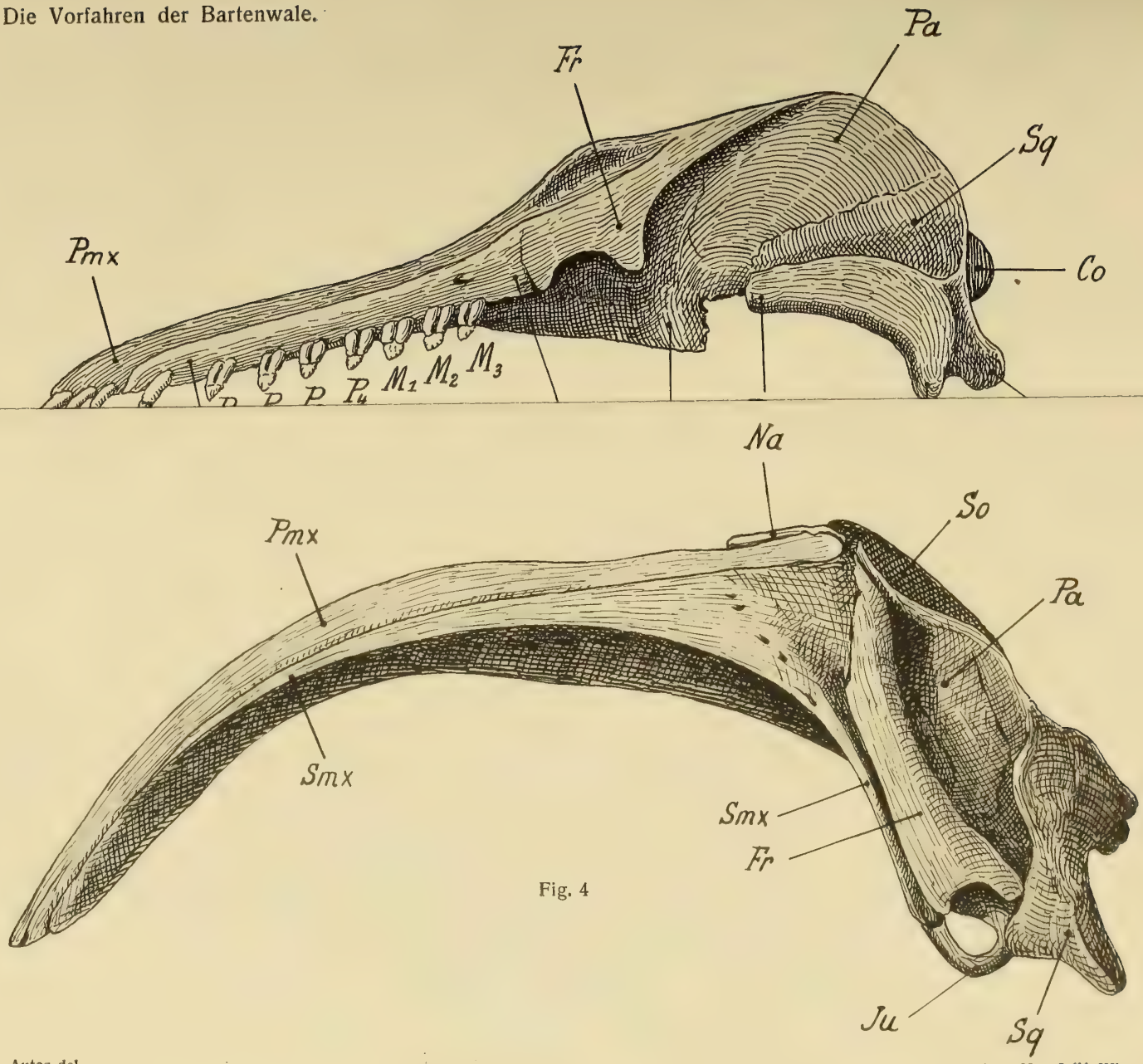


Fig. 4

Autor del.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Fig

Fig

Fig

Fig

Bala
steti

Bala

Balae
noch

schlie
gebog
kreist

Schäc
grube

Schup
zusar

bei *B*

Form

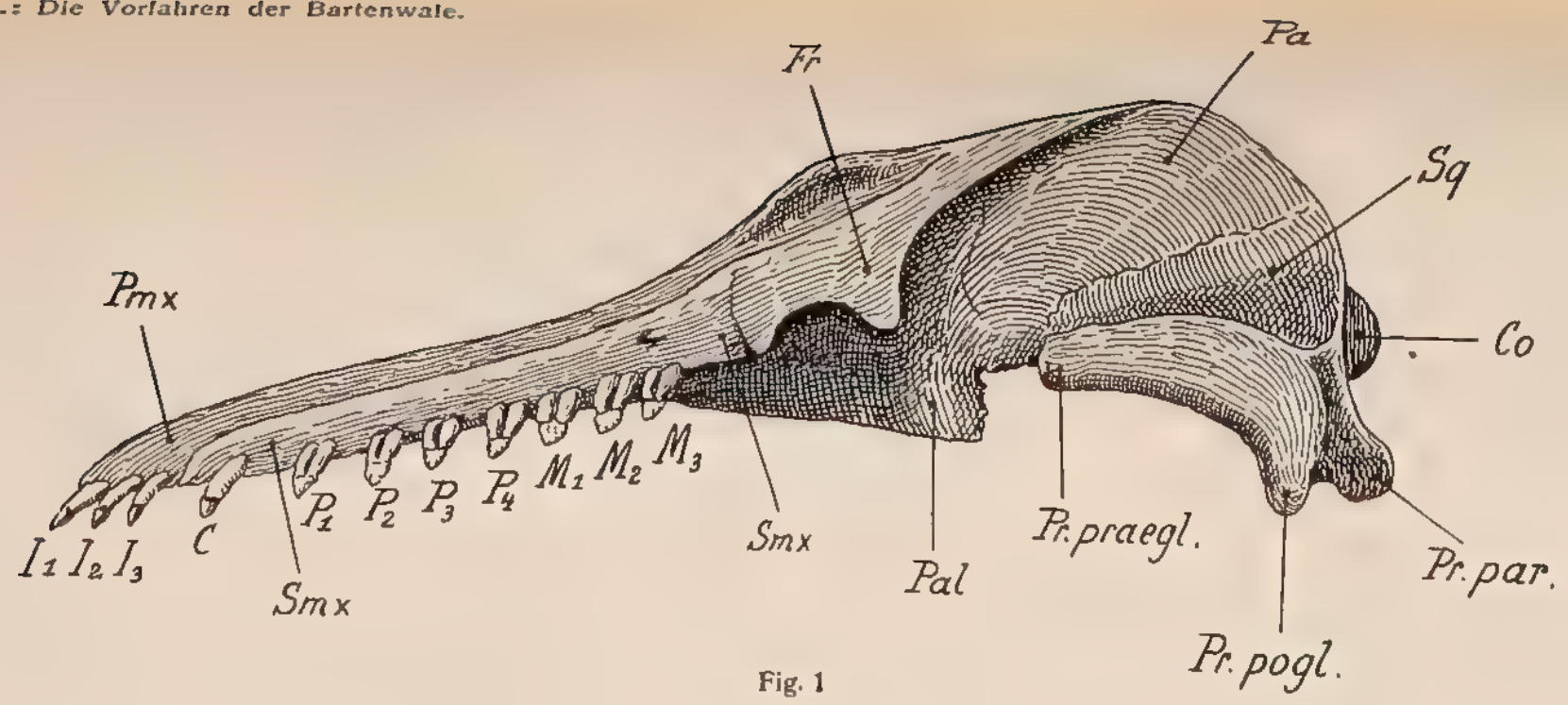


Fig. 1

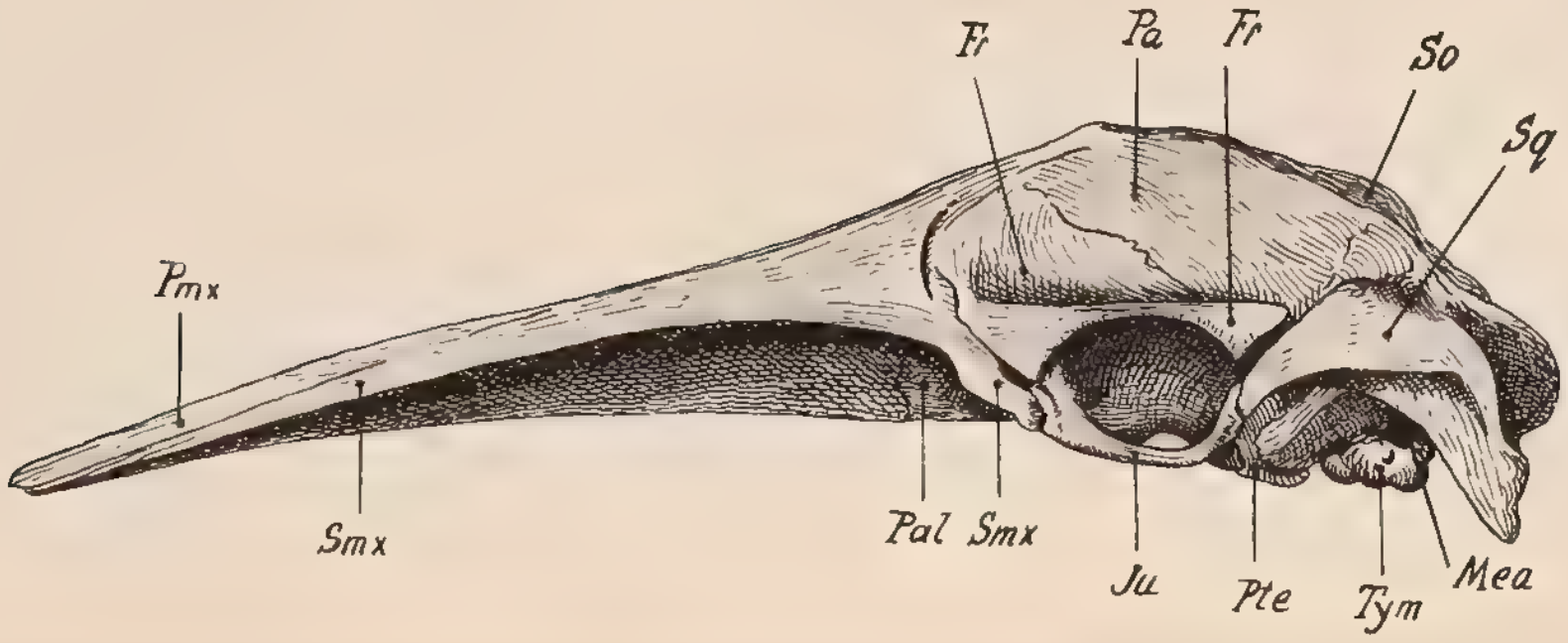


Fig. 2

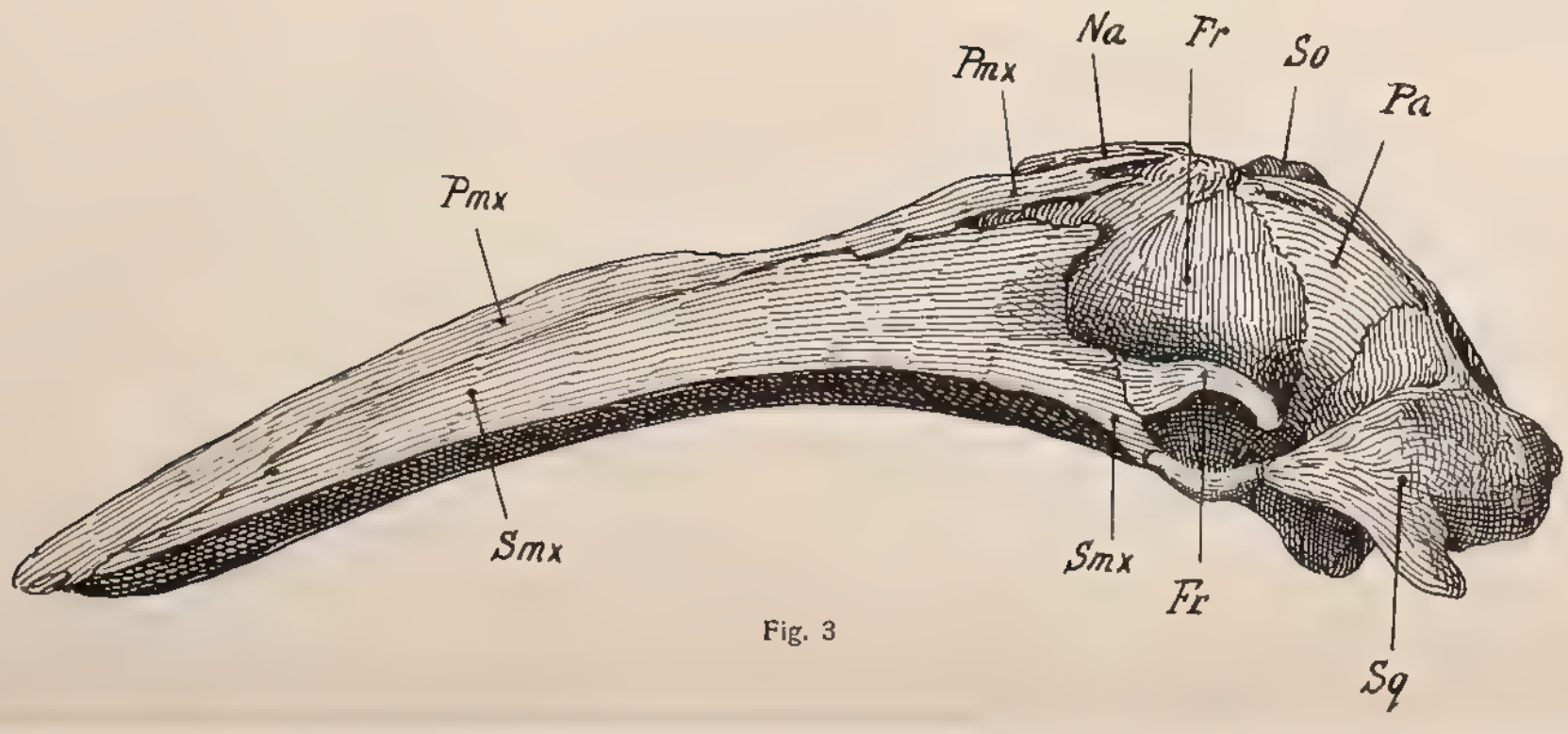


Fig. 3

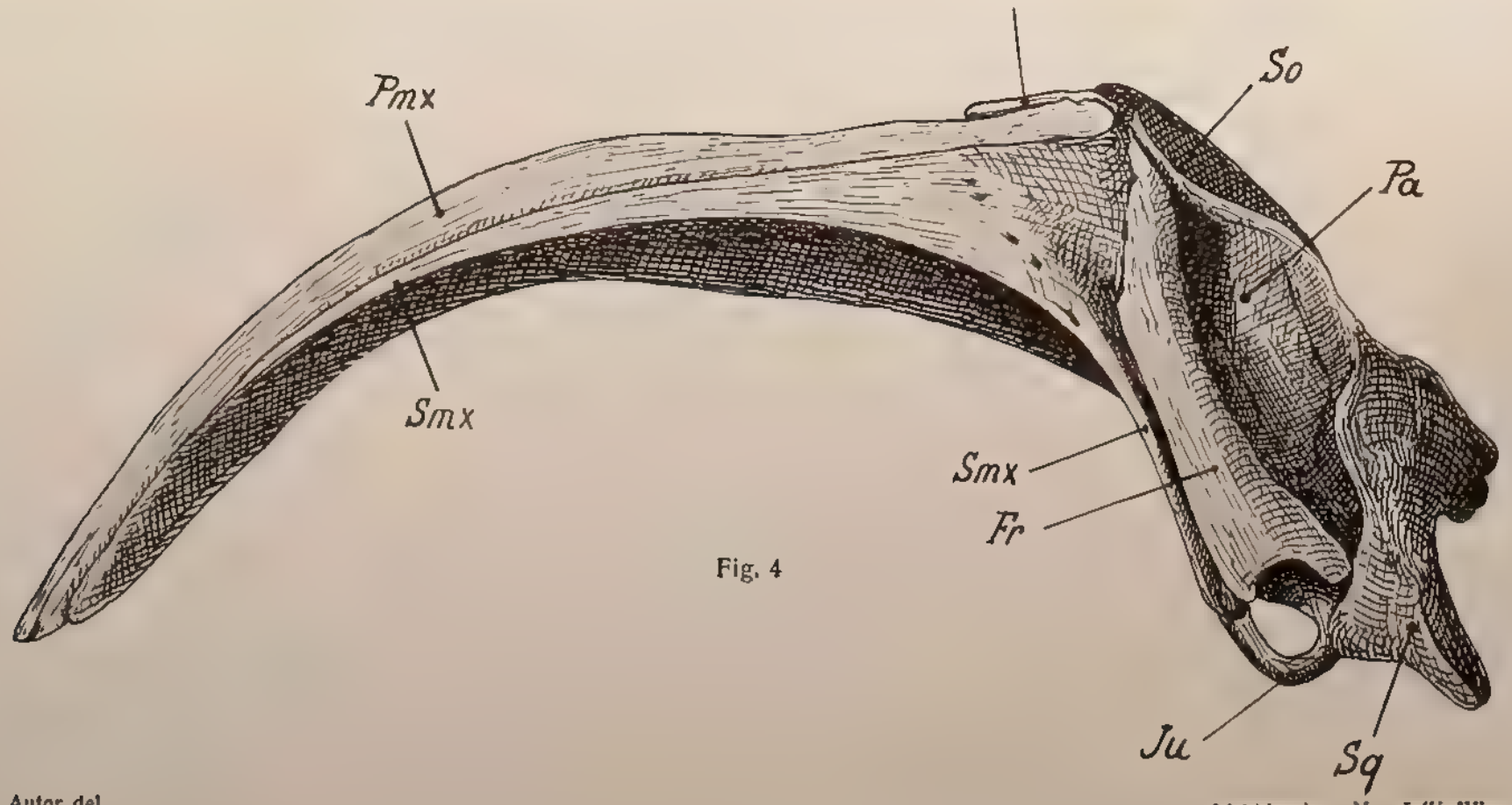


Fig. 4

Autor del.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

DIE STÜNDLICHE VERÄNDERLICHKEIT DER TEMPERATUR IM TAGESLAUFE UND DIE TÄGLICHE PERIODE DER TEMPERATUR

NACH DEN THERMOGRAPHENAUFZEICHNUNGEN AM K. K. MARITIMEN OBSERVATORIUM IN TRIEST

VON

EDUARD MAZELLE

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 23. MAI 1913

1. Stündliche Veränderlichkeit der Temperatur im Tageslaufe.

Als ich den täglichen Gang der interdiurnen Veränderlichkeit der Lufttemperatur einer Untersuchung unterzog[1], war mir schon der Gedanke gekommen, auch die Veränderlichkeit der Temperatur von Stunde zu Stunde zu bestimmen, doch unterließ ich diese Arbeit in der Befürchtung, daß hierbei nur die gewöhnliche tägliche Periode der Temperatur zur Geltung gelangen kann. Anfragen technischer Seite in bezug auf die größten Schwankungen, die die Lufttemperatur von einer Stunde zur anderen an der Adria erreichen kann, veranlaßten mich, dieser Frage wieder näher zu treten.

Zu diesem Zwecke wurden die Thermographenaufzeichnungen des k. k. maritimen Observatoriums in Triest der fünf Jahre 1903 bis 1907 herangezogen, indem von Stunde zu Stunde die Abweichungen der Lufttemperatur unter Berücksichtigung des Vorzeichens dieser Änderungen bestimmt wurden.

Für die einzelnen Monate wurden vorerst die Mittelwerte dieser stündlichen Veränderlichkeit abgeleitet. In der Tabelle I sind die fünfjährigen Ergebnisse für die einzelnen Monate zusammengestellt.

Das gleiche Resultat bekommt man natürlich, wenn die stündlichen Temperaturmittel für die einzelnen Monate dieser fünf Jahre gebildet und daraus die Differenzen von Stunde zu Stunde bestimmt werden. Die größte Zunahme der Temperatur findet im Jänner mit $0{\cdot}8°$ von $10-11^h$ vormittags statt, dieselbe verfrüht sich sukzessive im Laufe des Jahres und nimmt an Größe zu, bis zum Juli und August, wo diese größte Zunahme in der Stunde von $6-7^h$ früh stattfindet und im August den Betrag von $1{\cdot}5°$ erreicht. Von hier aus fällt der stärkste Anstieg der Temperaturkurve auf immer spätere Vormittagsstunden und nimmt an Größe ab. Der absteigende Ast der täglichen Temperaturkurve erreicht sein stärkstes Fallen im

[1] Beitrag zur Bestimmung des tägliche Ganges der Veränderlichkeit der Lufttemperatur, Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Klasse, Bd. 54, Abt. IIa, Oktober 1895.

9^h abends bis 6^h früh zwischen 0·39° und 0·29°. Von 6^h früh an findet eine sehr rasche Zunahme der stündlichen Änderung statt, das Maximum fällt auf $8—9^h$ vormittags mit 1·01°. Die Änderungen werden sodann kleiner, erreichen das zweite Minimum um 3^h nachmittags mit 0·42°. Die Veränderlichkeit nimmt wieder zu bis zum zweiten Maximum von 0·86° in der Stunde von $6—7^h$ abends. Veränderlichkeiten größer als der Mittelwert haben im Frühling die Stunden von 6^h früh bis 1^h nachmittags und die von $5—8^h$ nachmittags. Die mittlere stündliche Änderung beträgt im Frühling 0·54°.

Im Sommer reduziert sich die nahezu konstante, kleine Veränderlichkeit auf die 6 Stunden von 11^h nachts bis 5^h früh mit einem mittleren Betrage von 0·35°, dieselbe schwankt zwischen 0·37° und 0·29° Die kleinste Änderung findet von $4—5^h$ früh statt. Diese nimmt sodann rasch zu, erreicht ihr Maximum schon um $6—7^h$ früh mit 1·49°. Die Veränderlichkeit nimmt sodann wieder regelmäßig ab, bis um $2—3^h$ nachmittags das zweite Minimum mit 0·43° erreicht wird. Die zweite Zunahme der Veränderlichkeit kommt zu ihrem größten Wert zwischen $6—7^h$ abends mit 0 98°. Die größeren Änderungen finden vormittags zwischen $6—10^h$ statt und abends von $6—9^h$. Im Sommer beträgt die mittlere Veränderlichkeit 0·63° pro Stunde.

Im Herbst ist wieder die Änderung der Temperatur in den Nachtstunden von 8^h abends bis 6^h früh, durch 10 Stunden fast konstant bei 0·3°; die mittlere Abweichung beträgt hier 0·30°, bei Schwankungen zwischen 0·35° und 0·27°. Das Minimum fällt auf $4—5^h$ früh, das zweite Minimum mit 0·32° in der Stunde von $1—2^h$ nachmittags. Größere Änderungen über den Mittelwert finden statt von 6^h früh bis Mittag, mit dem Maximum von 0·95° um $8—9^h$ vormittags, und von $4—7^h$ nachmittags, mit dem zweiten Maximum von 0·66° um $5—6^h$. Die mittlere Abweichung beträgt im Herbst 0·46°.

Nachfolgende Zusammenstellung gibt übersichtlich, die Extreme und ihre Eintrittszeiten wieder:

Extreme der mittleren Änderungen.

	Min.	Max.	Min.	Max.
Winter	0·27°, $5—6^h$ a.	0·75°, $10—11^h$ a.	0·29°, 2^h p.	0·54°, $4—5^h$ p.
Frühling	0·30°, $4—5^h$ a.	1·01°, $8—9^h$ a.	0·42°, 3^h p.	0·86°, $6—7^h$ p.
Sommer	0·29°, $4—5^h$ a.	1·49°, $6—7^h$ a.	0·43°, $2—3^h$ p.	0·98°, $6—7^h$ p.
Herbst	0·28°, $4—5^h$ a.	0·95°, $8—9^h$ a.	0·32°, 2^h p.	0·66°, $5—6^h$ p.

Die kleinsten Änderungen schwanken in den einzelnen Jahreszeiten nur zwischen $4—6^h$ früh und $2—3^h$ nachmittags, während die größten Änderungen vom Winter auf den Sommer sich vormittags stark verfrühen und nachmittags stark verspäten. Im Winter findet die größte vormittägige Änderung zwischen $10—11^h$ statt, im Sommer hingegen schon in der Stunde von $6—7^h$; nachmittags im Winter von $4—5^h$, im Sommer erst von $6—7^h$.

Die kleineren Änderungen in den Nachtstunden sind zu allen Jahreszeiten fast gleich, annähernd bei 0·3°. Die kleinen Veränderlichkeiten zur Zeit des Temperaturmaximums sind im Winter am kleinsten, 0·29°, im Sommer am größten, 0·43°.

Die größeren Änderungen zur Zeit des raschesten Steigens und Sinkens der täglichen Temperaturkurve nehmen regelmäßig vom Winter auf den Sommer zu, 0·75° gegen 1·49°, beziehungsweise 0·54° gegen 0·98°; im Sommer fast doppelt so groß als im Winter.

Die Änderungen zur Zeit der Temperaturzunahme sind immer größer als zur Zeit der Abnahme der Temperatur, im Winter 1·4mal, 0·75° gegen 0·54°, im Sommer 1·5mal, 1·49° gegen 0·98°.

Die Amplituden der täglichen Periode dieser mittleren Anderungen erreichen in den einzelnen Monaten nachfolgende Beträge:

Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
0·58°	0·52°	0·73°	0·77°	1·08°	1·16°	1·15°	1·28°	1·04°	0·67°	0·66°	0·40°

Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
0·48°	0·71°	1·20°	0·67°	0·62°.

Die periodische Schwankung ist demnach im Dezember am kleinsten, im August am größten. Im Sommer resultiert eine $2^1/_2$mal größere Amplitude als im Winter.

Erwärmungen und Erkaltungen von Stunde zu Stunde. Aus den von Stunde zu Stunde für die einzelnen Tage dieser fünf Jahre bestimmten positiven und negativen Änderungen wurden die mittleren Erwärmungen und Erkaltungen bestimmt. Hierbei wurden die Fälle, wo keine Änderung der Temperatur von einer Stunde zur anderen stattfand, nicht berücksichtigt. Diese mittleren Abweichungen wurden daher aus der Summe der Änderungen eines Vorzeichens und der Anzahl der Fälle dieses Vorzeichens für jede einzelne Stunde abgeleitet. Die fünfjährigen Mittelwerte der einzelnen Monate sind in den Tabellen III und IV dargestellt.

Die größte Erwärmung findet natürlich zur gleichen Zeit statt, zu welcher bei der mittleren stündlichen Veränderlichkeit (Tabelle I) die positiven Änderungen ihren größten Wert erreichten. Im Dezember und Jänner in der Stunde von 10—11^h vormittags, im Juni, Juli und August von 6—7^h früh. Die maximalen Erwärmungen sind im Dezember am kleinsten, 0·7°, im Juli und August am größten, 1·6° in einer Stunde.

Das allgemeine Mittel dieser Erwärmungen beträgt im Dezember 0·37°, im Juli 0·59°.

Zur Bestimmung der täglichen Periode wurden die Mittelwerte der einzelnen Jahreszeiten bestimmt.

Tabelle 3.

Mittlere positive Änderung.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr		Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
12— 1^h a.	0·37	0·33	0·30	0·29	0·32	12— 1^h p.	0·46	0·57	0·53	0·42	0·50
— 2	·36	·34	·37	·34	·35	— 2	·33	·54	·50	·36	·43
— 3	·37	·34	·37	·33	·35	— 3	·27*	·41	·44	·34	·37
— 4	·33	·33	·37	·32	·34	— 4	·27	·41	·49	·35	·38
— 5	·31	·33	·33	·35	·33	— 5	**·41**	·38	·41	·45	·41
— 6	·33	·47	·62	·33	·44	— 6	·29	·43	·43	·25*	·35
— 7	·34	1·01	**1·54**	·52	·85	— 7	·29*	·24*	·21*	·40	·29*
— 8	·37	1·03	1·37	·65	·86	— 8	·36	·38	·42	·28	·36
— 9	·56	**1·07**	1·23	**1·00**	**·97**	— 9	·33	·38	·39	·27	·34
—10	·77	0·84	0·90	·90	·85	—10	·32	·31	·36	·30	·32
—11	**·80**	·78	·66	·78	·76	—11	·31	·32	·37	·31	·33
—12	·60	·64	·60	·57	·60	—12	·32	·27	·35	·30	·31
						Mittel	0·39	0·51	0·56	0·43	0·48

Diese Werte zeigen schon eine große Regelmäßigkeit und wurden zur Ausscheidung kleinerer Unregelmäßigkeiten noch einer Ausgleichsrechnung nach $\frac{1}{4}(a + 2b + c)$ unterzogen. Die erhaltenen Werte sind in der Tabelle 4 angeführt.

Das Charakteristische zu allen Jahreszeiten ist, daß die Erwärmungen nur durch einige Stunden, zur Zeit des größten Temperaturanstieges, größere Werte erreichen, in der Stunde von 1—2^h nachmittags bereits unter den Mittelwert sinken, um dann während des ganzen Nachmittags und der Nacht annähernd die gleichen, kleinen Beträge beizubehalten, wenn von ganz unbedeutenden Schwankungen, die nur Hundertelgrade erreichen, abgesehen wird.

Im Winter beginnen Erwärmungen über den Mittelwert von 0·39° in der Stunde von 7—8^h früh, steigen bis auf den Betrag von 0·74° in der Stunde von 10—11^h vormittags, nehmen sodann rasch ab, so daß bereits in der Stunde von 1 auf 2^h nachmittags die Erwärmung unter den Mittelwert sinkt, um 3^h nachmittags den kleinsten Wert mit 0·29° erreicht, um dann durch alle Stunden zwischen 0·30° und 0·36° zu bleiben.

Tabelle 4.

Mittlere positive Änderung.

Ausgeglichen nach $\frac{1}{4}(a + 2b + c)$.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr		Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
12— 1h a.	0·36	0·32	0·33	0·30	0·33	12— 1h p.	0·46	0·58	0·54	0·44	0·51
— 2	·36	·34	·35	·32	·34	— 2	·35	·51	·49	·37	·43
— 3	·36	·34	·37	·33	·35	— 3	·29*	·44	·47	·35*	·39
— 4	·34	·33	·36	·33	·34	— 4	·30	·40	·46	·37	·38
— 5	·32	·37	·41	·34	·36	— 5	·34	·40	·43	·37	·38
— 6	·33	·57	·78	·38	·51	— 6	·32	·37	·37	·34	·35
— 7	·34	·88	1·27	·51	·75	— 7	·31	·32*	·32*	·33	·32*
— 8	·41	**1·04**	**1·38**	·71	·89	— 8	·33	·34	·36	·31	·34
— 9	·57	1·00	1·18	·89	**·91**	— 9	·33	·36	·39	·28*	·34
—10	·72	0·88	·92	**·90**	·86	—10	·32	·33	·37	·29	·33
—11	**·74**	·76	·71	·76	·74	—11	·32	·31	·36	·30	·32
—12	·62	·66	·60	·59	·62	—12	·33	·30	·34	·30	·32
						Mittel	0·39	0·51	0·56	0·43	0·48

Im Frühling sind die größten Erwärmungen von 5^h früh bis 2^h nachmittags zu ersehen, das Maximum mit 1·04° findet in der Stunde von 7—8^h früh statt. Die kleinste mittlere Erwärmung fällt auf 6—7^h nachmittags, mit 0·32°. Von 3^h nachmittags bis 5^h früh schwankt die Größe der mittleren Erwärmung zwischen 0·40° und 0·30°.

Im Sommer beginnen nach 5^h früh die Erwärmungen rasch an Größe zuzunehmen, erreichen den größten Betrag, 1·38°, um 7—8^h früh, nehmen sodann rasch ab, um bereits um 1^h nachmittags unter den Mittelwert zu sinken. Von 5^h nachmittags an bewegen sich die mittleren Erwärmungen nur mehr zwischen 0·32° und 0·39°. Die kleinste Erwärmung, 0·32°, fällt auf die Stunde von 6—7^h nachmittags.

Im Herbst werden die Erwärmungen wieder kleiner. Beträge über den Mittelwert kommen von 6^h früh bis 1^h nachmittags vor, mit dem Maximum von 0·90° um 9—10^h; durch alle übrigen Stunden resultiert nur eine kleine, nahezu gleiche Erwärmung,die nur zwischen 0·37° und 0·28° schwankt.

Erwärmungen von und über 0·5° finden statt im

Winter . . . . . durch 5 Stunden, von 8^h früh bis 1^h nachmittags
Frühling . . . . . » 9 » » 5^h » » 2^h »
Sommer . . . . . » 11 » » 5^h » » 4^h »
Herbst . . . . . » 6 » » 6^h » » Mittags.

Die nahezu gleichen Erwärmungen, kleiner als 0·4°, sind zu bemerken im

Winter . . . . . durch 18 Stunden, von 1^h nachmittags bis 7^h früh, mit einem mittleren Betrage von 0·33°
Frühling . . . . . » 12 » » 5^h » » 5^h » » » » » » 0·34°
Sommer . . . . . » 11 » » 5^h » » 4^h » » » » » » 0·36°
Herbst . . . . . » 17 » » 1^h » » 6^h » » » » » » 0·33°

In der kalten Jahreszeit ist demnach von 1^h nachmittags bis 6^h, beziehungsweise 7^h früh, und in der warmen Jahreshälfte von 5^h nachmittags bis 4^h, beziehungsweise 5^h früh eine mittlere Erwärmung von 0·34° zu erwarten.

Übersichtlich zusammengestellt sind die Extreme der Erwärmungen und ihre Eintrittszeiten nachfolgende:

	Maximum	Minimum	Schwankung
Winter	0·74°, 10—11h a.	0·29°, 2—3h p.	0·45°
Frühling	1·04°, 7— 8h a.	0·32°, 6—7h p.	0·72°
Sommer	1·38°, 7— 8h a.	0·32°, 6—7h p.	1·06°
Herbst	0·90°, 9—10h a.	0·28°, 8—9h p. (0·35°, 2—3h p.)	0·62°

Die Schwankung in der täglichen Periode ist im Sommer am größten, 1·06°, im Winter am kleinsten, 0·45°.

Die in der Tabelle IV mitgeteilten mittleren negativen Änderungen zeigen, daß auch die Erkaltungen den kleinsten Wert in den Wintermonaten erreichen, Jänner 0·37°, die größten in den Sommermonaten, Juli 0·67°.

Im Laufe eines Tages finden die größten Erkaltungen im allgemeinen nachmittags zwischen 4 und 8h statt. Die Eintrittszeiten in den einzelnen Monaten entsprechen den in der Tabelle I hervorgehobenen Eintrittszeiten der mittleren negativen stündlichen Veränderlichkeit. In den Wintermonaten ist die größte mittlere Erkaltung in der Stunde von 4—5h nachmittags zu bemerken, in den Sommermonaten von 7—8h nachmittags. Doch ist hier hervorzuheben, daß in allen Monaten auch zur Zeit der Temperaturzunahme größere Erkaltungen stattfinden, so daß die tägliche Periode der mittleren Erkaltungen als eine Doppelschwankung resultiert. In einzelnen Monaten dieser fünfjährigen Mittelwerte kommen sogar in den Vormittagsstunden, zur Zeit der allgemeinen Temperaturzunahme, größere mittlere Erkaltungen vor als in den Nachmittagsstunden, zur Zeit der allgemeinen Temperaturabnahme, und zwar im März, Juli, August, Oktober und Dezember.

Vereinigen wir auch hier die einzelnen Monatswerte zu Jahreszeitenmitteln, so erhalten wir Tabelle 5, deren Werte nach $\frac{1}{4}(a + 2b + c)$ ausgeglichen die in Tabelle 6 zusammengestellten Resultate ergeben.

Die Doppelschwankung ist zu allen Jahreszeiten regelmäßig ausgeprägt.

Tabelle 5.

Mittlere negative Änderung.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr		Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
12— 1h a.	0·38	0·47	0·46	0·42	0·43	12— 1h p.	0·40	**0·69**	0·63	0·54	0·57
— 2	·33	·37	·44	·32	·37	— 2	·30*	·55	·64	·44	·48
— 3	·39	·39	·44	·35	·39	— 3	·38	·57	·52*	·41*	·47*
— 4	·33	·40	·40	·37	·38	— 4	·41	·52*	·60	·49	·51
— 5	·38	·38	·38*	·35	·37	— 5	**·60**	·56	·55	·65	·59
— 6	·34	·37*	·39	·32*	·36*	— 6	·53	·65	·62	**·71**	·63
— 7	·36	·37	·68	·46	·47	— 7	·46	**·93**	**1·02**	·65	**·77**
— 8	·30*	·44	·58	·42	·44	— 8	·35	·66	0·96	·47	·61
— 9	·34	·48	**·97**	·64	**·61**	— 9	·39	·58	·73	·42	·53
—10	·39	·66	·71	·58	·59	—10	·36	·43	·54	·39	·43
—11	**·51**	·52	·73	**·69**	**·61**	—11	·39	·41	·52	·40	·43
—12	·45	·66	·75	·44	·58	—12	·33	·38	·44	·43	·40
						Mittel	0·39	0·52	0·61	0·47	0·50

Tabelle 6.

Mittlere negative Änderung.

Ausgeglichen nach $\frac{1}{4}(a + 2b + c)$.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr		Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
12— 1h a.	0·36	0·42	0·45	0·40	0·41	12— 1h p.	0·39	**0·65**	0·66	0·49	0·55
— 2	·36	·40	·44	·35	·39	— 2	·34*	·59	·61	·46	·50
— 3	·36	·39	·43	·35	·38	— 3	·37	·55	·57	·44*	·48*
— 4	·36	·39	·40	·36	·38	— 4	·45	·54*	·57*	·51	·52
— 5	·36	·38	·39*	·35*	·37*	— 5	**·54**	·57	·58	·63	·58
— 6	·35	·37*	·46	·36	·39	— 6	·53	·70	·70	**·68**	·65
— 7	·34	·39	·58	·41	·43	— 7	·45	**·79**	·91	·62	**·69**
— 8	·32*	·43	·70	·48	·48	— 8	·39	·71	**·92**	·50	·63
— 9	·34	·52	**·81**	·57	·56	— 9	·37	·56	·74	·42	·52
—10	·41	·58	·78	**·62**	·60	—10	·37	·46	·58	·40	·45
—11	**·47**	·59	·73	·60	**·60**	—11	·37	·41	·50	·41	·42
—12	·45	·63	·72	·53	·58	—12	·36	·41	·47	·42	·42
						Mittel	0·39	0·52	0·61	0·47	0·50

Die stündlichen Erkaltungen überschreiten im Winter den Mittelwert von 9^h vormittags bis mittags und von 3—7^h nachmittags. Die Maxima finden in den Stunden von 10—11^h a. mit 0·47° und von 4—5^h p. mit 0·54° statt. In den Nachtstunden von 8^h abends bis 9^h vormittags sind die Erkaltungen zu allen Stunden klein und fast gleich groß. Die Mittelwerte schwanken bloß zwischen 0·37° und 0·32°.

Im Frühling kommen Erkaltungen über den entsprechenden Mittelwert von 9^h vormittags bis 9^h abends vor, mit den Maxima von Mittag bis 1^h nachmittags, 0·65°, und von 6—7^h abends, 0·79°. Von 10^h nachts bis 8^h früh schwanken die mittleren Erkaltungen von Stunde zu Stunde nur zwischen 0·43° und 0·37°.

Im Sommer sind die kleinen, konstanten Werte von 11^h nachts bis 6^h früh zu bemerken, sie schwanken zwischen 0·47° und 0·39°. Die größten mittleren Erkaltungen finden nachmittags von 5—9^h statt, jedoch auch von 7^h früh bis 1^h nachmittags, mit den größten Beträgen in den Stunden von 7—8^h p., 0·92°, und 8—9^h a. mit 0·81°.

Ebenso ist im Herbst eine ähnliche Doppelschwankung ersichtlich; die Gangkurve erhebt sich über den Mittelwert um 8^h vormittags, sinkt unter denselben nach 1^h nachmittags, um von 3—8^h abends wieder über den Mittelwert zu bleiben. Das vormittägige Maximum wird mit 0·62° in der Stunde von 9—10^h erreicht, nachmittags findet das Maximum mit 0·68° von 5—6^h statt. Von 8^h abends nachtsüber bis 7^h früh schwanken die mittleren Erkaltungen nur zwischen 0·42° und 0·35°.

Erkaltungen über den Mittelwert sind daher zu bemerken im

Winter . . . . . vorerst durch 3 Stunden, von 9^h a. bis Mittag, dann durch 4 Stunden vnn 3^h p.—7^h p.
Frühling . . . . . durch 12 » » 9^h a.—9^h p.
Sommer . . . . . vorerst durch 6 Stunden, von 7^h a.—1^h p., dann durch 4 Stunden von 5^h p.—9^h p.
Herbst . . . . . » » 5 » » 8^h a.—1^h p., » » 5 » » 3^h p.—8^h p.

Nahezu gleiche Erkaltungen sind zu entnehmen im

Winter . . . . . durch 13 Stunden, von 8^h abends bis 9^h vormittags, im mittleren Betrage von 0·36°
Frühling . . . . . » 10 » » 10^h » » 8^h früh » » » » 0·40°
Sommer . . . . . » 7 » » 11^h nachts » 6^h » » » » » 0·43°
Herbst . . . . . » 11 » » 8^h abends » 7^h » » » » » 0·38°

Die Erkaltungen während der Nacht- und Morgenstunden halten sich demnach auf einem mittleren Betrage von rund 0·4°, in der kalten Jahreszeit von 8^h abends bis 8^h früh und in der warmen Jahreszeit beiläufig von 10^h abends bis 7^h früh.

Die Extreme und Eintrittszeiten für die Erkaltungen sind übersichtlich zusammengestellt nachfolgende:

	1. Minimum	1. Maximum	2. Minimum	2. Maximum
Winter	0·32°, 7—8h a.	0·47°, 10—11h a.	0·34°, 1—2h p.	0·54°, 4—5h p.
Frühling	0·37°, 5—6h a.	0·65°, 12— 1h p.	0·54°, 3—4h p.	0·79°, 6—7h p.
Sommer	0·39°, 4—5h a.	0·81°, 8— 9h a.	0·57°, 3—4h p.	0·92°, 7—8h p.
Herbst	0·35°, 4—5h a.	0·62°, 9—10h a.	0·44°, 2—3h p.	0·68°, 5—6h p.

Die tägliche Schwankung ist im Winter am kleinsten, 0·22°, sie nimmt sodann zu, erreicht im Frühling 0·42°, wird im Sommer am größten, 0·53°, um im Herbst wieder abzunehmen, 0·33°.

Aus einem Vergleiche zwischen den mittleren positiven und negativen Änderungen ersehen wir, daß dieselben im Winter gleich groß erscheinen, 0·39°. In den übrigen Jahreszeiten ist die mittlere Erkaltung größer als die mittlere Erwärmung, im Sommer 0·61° gegen 0·56°.

Die Schwankungen in der täglichen Periode sind bei den Erwärmungen, mit ihrer einfachen täglichen Periode, stets größer als bei den Erkaltungen, mit ihrer doppelten täglichen Schwankung.

Aus den unausgeglichenen Werten der Tabelle 3 und 5 resultiert nachfolgende

tägliche Amplitude:

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
Erwärmung	0·53°	0·83°	1·33°	0·75°
Erkaltung	0 30°	0·56°	0·64°	0·39°

Daraus folgt für die Erwärmungen eine fast doppelt so große Schwankung als für die Erkaltungen, im Winter ist sie 1·8mal größer, im Sommer 2·1mal.

Sowohl die Minima als auch die Maxima der Erwärmungen sind stärker ausgeprägt als die Extreme der Erkaltungen.

Dieselben schwanken in ihren unausgeglichenen Werten zwischen nachfolgenden Größen:

Extreme der Abweichungen.

	Erwärmungen		Erkaltungen	
	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
Winter	0·80°	0·27°	0·60°	0·30°
Frühling	1·07°	0·24°	0·93°	0·37°
Sommer	1·54°	0·21°	1·02°	0·38°
Herbst	1·00°	0·25°	0·71°	0·32°

Die mittlere positive Abweichung von einer Stunde zur anderen erreicht im Winter ein Maximum von 0·8°, die negative 0·6°, es ist demnach die maximale mittlere Erwärmung 1·3mal größer als die Erkaltung. Im Sommer 1·5° gegen 1·0°, demnach 1·5mal größer.

Im Jahresdurchschnitt resultiert sowohl für die Erwärmung wie für die Erkaltung die gleiche mittlere Änderung von 0·5° von einer Stunde zur anderen.

Häufigkeit der Erwärmungen und Erkaltungen. In den Tabellen V bis VII sind die Anzahl der Fälle mit positiven und negativen Änderungen, wie auch die Anzahl jener Fälle dargestellt, an welchen von einer Stunde zur nächsten keine Temperaturänderung stattfand.

Die tägliche Periode der Häufigkeit der Erwärmungen stimmt mit der oben besprochenen Periode der Größe der positiven Änderungen überein. Bei den Erkaltungen ist hingegen die früher hervorgehobene

Doppelschwankung nicht ersichtlich. Die größten Häufigkeiten der Erkaltungen treten zu den gleichen Stunden auf wie die Nachmittagsmaxima der mittleren negativen Änderungen.

Die einzelnen Monatssummen dieses fünfjährigen Zeitraumes wurden ebenfalls nach Jahreszeiten zusammengefaßt und da denselben eine verschiedene Tagesanzahl zukommt (Winter 451 Tage, Frühling und Sommer 460 Tage, Herbst 455), wurden diese Häufigkeitswerte auf je 100 Tage reduziert. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 7, 8 und 9 ersichtlich gemacht.

Aus diesen Tabellen ist zu entnehmen, daß die größten Häufigkeiten der Erwärmungen im Winter und Herbst von 6^h früh bis 2^h nachmittags vorkommen, im Frühling und Sommer von 5^h früh bis 2^h nachmittags.

Die Frequenzmaxima der positiven Änderungen fallen im Winter auf die Stunde von $10-11^h$ vormittags, im Sommer auf $7-8^h$ früh.

Für die Erwärmungen resultieren nachfolgende Häufigkeitsextreme:

	Maxima	Minima
Winter	89%, $10-11^h$ a.	11%, $4-5^h$ p.
Frühling	91%, $7-8^h$ a.	7%, $6-7^h$ p.
Sommer	94%, $7-8^h$ a.	4%, $6-7^h$ p.
Herbst	89%, $8-9^h$ a.	6%, $4-5^h$ p.

Die kleinste Anzahl der Erwärmungen findet nachmittags zwischen 4 und 7^h statt, im Winter und Herbst von $4-5^h$, im Frühling und Sommer von $6-7^h$.

Zur Zeit der größten Häufigkeit einer Temperaturzunahme findet dieselbe mit einer Wahrscheinlichkeit von rund 90 gegen 100 statt, im Winter mit 89%, im Sommer mit 94%, während am Nachmittag, zur Zeit der geringsten Häufigkeit der Erwärmung, die Wahrscheinlichkeit des Eintreffens sehr klein wird, im Winter 11, im Sommer nur 4 unter 100 Tagen.

Nachtsüber kommen nicht unbedeutende Häufigkeiten für die Erwärmungen vor, unter 100 Fällen mehr als 25, an welchen die Temperatur von einer Stunde zur anderen eine Zunahme zeigte, und zwar im Winter mit größerer Wahrscheinlichkeit als im Sommer. So finden Erwärmungen in der Zeit von 9^h abends bis 3^h früh im Winter durchschnittlich mit einer Wahrscheinlichkeit von 31, im Frühling mit 25, im Sommer mit 19 und im Herbst mit 29% statt.

Tabelle 7.

Häufigkeit der positiven Änderungen

in Prozenten.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr		Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
$12-1^h$ a.	31	28	25	31	29	$12-1^h$ p.	69	60	61	62	63
— 2	34	28	21	30	28	— 2	53	55	60	48	54
— 3	35	30	26	33	31	— 3	24	41	40	22	32
— 4	37	30	31	28	32	— 4	14	28	28	13	21
— 5	36	35	37	31	35	— 5	11*	20	21	6*	15
— 6	35	57	80	39	53	— 6	17	8	12	8	11
— 7	43	82	94	67	71	— 7	18	7*	4*	12	10*
— 8	50	**91**	**94**	82	79	— 8	22	9	5	15	13
— 9	79	90	92	**89**	88	— 9	27	11	6	19	16
—10	86	77	73	88	81	—10	26	19	9	23	19
—11	**89**	70	60	84	76	—11	30	22	16	26	23
—12	82	65	65	76	72	—12	30	25	18	30	26
						Mittel	41	41	41	40	41

Tabelle 8.

Häufigkeit der negativen Änderungen

in Prozenten.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr		Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
12— 1h a.	53	58	65	58	58	12— 1h p.	20	31	29	28	27
— 2	50	59	65	54	57	— 2	35	32	31	36	34
— 3	50	60	65	52	57	— 3	61	46	46	61	53
— 4	48	55	54	51	52	— 4	79	59	55	78	68
— 5	48	49	45	51	48	— 5	**82**	74	71	**90**	79
— 6	44	30	12	45	33	— 6	75	87	82	85	82
— 7	42	12	5	20	20	— 7	72	**89**	**94**	80	**84**
— 8	31	6*	5*	12	14	— 8	64	83	93	72	78
— 9	12	7	7	7*	8*	— 9	58	82	91	69	75
—10	7	17	20	9	13	—10	60	70	84	64	70
—11	7*	25	31	11	18	—11	55	66	73	58	63
—12	12	30	26	17	21	—12	53	59	69	55	59
						Mittel	47	49	51	48	49

Tabelle 9.

Häufigkeit der Fälle ohne Änderungen

in Prozenten.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr		Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
12— 1h a.	16	14	10	11	13	12— 1h p.	11	9	10	10	10
— 2	16	13	14	16	15	— 2	12	13	9	16	12
— 3	15	10	9	15	12	— 3	15	13	14	17	15
— 4	15	15	15	21	16	— 4	7	13	17	9	11
— 5	16	16	18	18	17	— 5	7	6	8	4	6
— 6	21	13	8	16	14	— 6	8	5	6	7	7
— 7	15	6	1	13	9	— 7	10	4	2	8	6
— 8	19	3	1	6	7	— 8	14	8	2	13	9
— 9	9	3	1	4	4	— 9	15	7	3	12	9
—10	7	6	7	3	6	—10	14	11	7	13	11
—11	4	5	9	5	6	—11	15	12	11	16	14
—12	6	5	9	7	7	—12	17	16	13	15	15
						Mittel	12	10	8	12	10

Für die Häufigkeit der Erkaltungen findet genau der entgegengesetzte tägliche Gang statt. Die größten Frequenzen der Erkaltungen kommen nachmittags und nachtsüber vor, im Winter und Herbst von 2^h nachmittags bis 5^h früh, im Frühling und Sommer von 3^h nachmittags bis 4^h früh.

Die Häufigkeitsextreme der Erkaltungen und ihre Eintrittszeiten sind folgende:

	Maximum	Minimum
Winter	82%, 4—5h p.	7%, 10—11h a.
Frühling	89%, 6—7h p.	6%, 7— 8h a.
Sommer	94%, 6—7h p.	5%, 7— 8h a.
Herbst	90%, 4—5h p.	7%, 8— 9h a.

Auch bei den Erkaltungen ist die Schwankung zwischen der größten und kleinsten Häufigkeit im Sommer am größten, im Winter am kleinsten. Zur Zeit der größten Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen negativer Temperaturänderungen finden dieselben im Winter mit 82, im Sommer mit 94% statt, zur Zeit der kleinsten Wahrscheinlichkeit im Winter mit 7, im Sommer mit 5%.

Zur wärmsten Tageszeit, um 2h nachmittags, kommen zu allen Jahreszeiten Temperaturerniedrigungen mit etwas mehr als 30 unter 100 Fällen vor, im Winter mit 35, im Sommer mit 31%.

Keine Temperaturänderung von einer Stunde zur anderen kommt durchschnittlich mit einer Wahrscheinlichkeit von 10% vor. Am häufigsten ist dieselbe nachtsüber zu bemerken, aber auch von 1—4h nachmittags.

Größere Häufigkeiten als das entsprechende Tagesmittel sind zu entnehmen nachtsüber im

Winter	von	7h	abends	bis	8h	früh,	mit	einem	mittleren	Betrage	von 16%
Frühling	»	9h	»	»	6h	»	»	»	»	»	» 13%
Sommer	»	10h	»	»	5h	»	»	»	»	»	» 13%
Herbst	»	7h	»	»	7h	»	»	»	»	»	» 15%

Und tagsüber im

Winter	von	2—3h	nachmittags,	durchschnittlich mit 15%
Frühling	»	1—4h	»	» » 13%
Sommer	»	10h	vormittags bis 4h	nachmittags, durchschnittlich mit 11%
Herbst	»	1—3h	nachmittags,	durchschnittlich mit 17%

Den Mittelwerten nach kommt zu allen Jahreszeiten fast die gleiche Häufigkeit positiver Änderungen vor (41%), negative Änderungen zeigen eine größere Häufigkeit im Sommer (51%) als im Winter (47%), daher kommen die Fälle ohne Temperaturänderungen am häufigsten im Winter (12%), seltener im Sommer (8%) vor.

Um das gegenseitige Verhalten der Häufigkeiten der Erwärmungen und Erkaltungen im Laufe des Tages übersichtlicher darzustellen, wurden noch die Quotienten zwischen der Frequenz positiver und negativer Temperaturänderungen bestimmt; dieselben finden sich in Tabelle 10.

Aus dem ersten Teile dieser Tabelle ist zu ersehen, um wie viel die Frequenz der Erwärmungen gegenüber der der Erkaltungen in den Vormittagsstunden von 5h, beziehungsweise 6h und 7h früh bis 2h nachmittags überwiegt, während die zweite Hälfte der Tabelle das Verhältnis für die größere Häufigkeit der Erkaltungen gegenüber der Erwärmungen für die Nachmittags- und Nachtstunden von 2h nachmittags an bis 5h, beziehungsweise 6h früh darstellt.

Zur Zeit der größten Frequenz der Erwärmungen kommen diese im Winter 13mal häufiger vor als die Erkaltungen, im Frühling 15mal, im Sommer 19mal und im Herbst 13mal.

In den Stunden der Frequenzmaxima der Erkaltungen treten diese im Vergleiche zu den Erwärmungen im Winter 8mal, im Frühling 13mal, im Sommer 24mal und im Herbst 15mal häufiger auf.

Mittlere Maxima der Erwärmungen und Erkaltungen. Für diesen fünfjährigen Beobachtungszeitraum wurden für jede einzelne Stunde die mittleren Maxima der positiven und negativen Änderungen bestimmt; die Ergebnisse sind in den Tabellen VIII und IX zusammengestellt. Im ganzen und großen zeigt sich dieselbe Verteilung wie bei den mittleren Beträgen der Erwärmungen und Erkaltungen. Die

Tabelle 10.

Quotienten zwischen den Häufigkeiten der Änderungen

verschiedenen Vorzeichens.

	Erwärmungen durch Erkaltungen				Erkaltungen durch Erwärmungen					Erwärmungen durch Erkaltungen				Erkaltungen durch Erwärmungen			
	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Frühling	Sommer	Herbst		Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
12— 1^h a.	0·6	0·5	0·4	0·5	1·7	2·1	2·6	1·9	12— 1^h p.	3·5	1·9	2·1	2·2	0·3	0·5	0·5	0·5
— 2	0·7	0·5	0·3	0·6	1·5	2·1	3·1	1·8	— 2	1·5	1·7	1·9	1·3	0·7	0·6	0·5	0·8
— 3	0·7	0·5	0·4	0·6	1·4	2·0	2·5	1·6	— 3	0·4	0·9	0·9	0·4	2·5	1·1	1·2	2·8
— 4	0·8	0·5	0·6	0·5	1·3	1·8	1·7	1·8	— 4	0·2	0·5	0·5	0·2	5·6	2·1	2·0	6·0
— 5	0·8	0·7	0·8	0·6	1·3	1·4	1·2	1·6	— 5	0·1	0·3	0·3	0·1	**7·5**	3·7	3·4	**15·0**
— 6	0·8	1·9	6·7	0·9	1·3	0·5	0·2	1·2	— 6	0·2	0·1	0·1	0·1	4·4	10·9	6·8	10·6
— 7	1·0	6·8	18·8	3·4	1·0	0·1	0·1	0·3	— 7	0·3	0·1	0·1	0·2	4·0	**12·7**	**23·5**	6·7
— 8	1·6	**15·2**	**18·8**	6·8	0·6	0·1	0·1	0·1	— 8	0·3	0·1	0·1	0·2	2·9	9·2	18·6	4·8
— 9	6·6	12·9	13·1	**12·7**	0·2	0·1	0·1	0·1	— 9	0·5	0·1	0·1	0·3	2·1	7·5	15·2	3·6
—10	12·3	4·5	3·7	9·8	0·1	0·2	0·3	0·1	—10	0·4	0·3	0·1	0·4	2·3	3·7	9·3	2·8
—11	**12·7**	2·8	1·9	7·6	0·1	0·4	0·5	0·1	—11	0·5	0·3	0·2	0·4	1·8	3·0	4·6	2·2
—12	6·8	2·2	2·5	4·5	0·1	0·5	0·4	0·2	—12	0·6	0·4	0·3	0·5	1·8	2·4	3·8	1·8
									Quotienten der mittleren Häufigkeit	0·9	0·8	0·8	0·8	1·1	1·2	1·2	1·2

größten Erwärmungen sind vormittags, die größten Erkaltungen nachmittags zu ersehen. Die größten positiven Änderungen kommen in den Wintermonaten zwischen 10 und 11^h vormittags vor, in den Sommermonaten von 6—7^h früh. Die kleinsten im allgemeinen zwischen 4 und 7^h nachmittags. Die größten Werte der Erkaltungen sind in dieser fünfjährigen Reihe noch unregelmäßig auf einzelne Nachmittagsstunden verteilt, doch ist hervorzuheben, daß die bei den Mittelwerten der negativen Abweichungen deutlich ersichtliche Doppelschwankung, mit der Zunahme in den Vormittagsstunden, bei den mittleren Maxima der Erkaltungen nicht hervortritt.

In den Sommermonaten sind die Änderungen stets größer als in den Wintermonaten. Bei den Erwärmungen erreicht das mittlere Maximum im Dezember den Betrag von 1·8°, im Juni und August 3·1°; bei den Erkaltungen ist das größte mittlere Maximum im Dezember mit 1·5° zu entnehmen, im Juni und September mit 3·7°.

Im allgemeinen überschreiten in den kalten Monaten die größten mittleren Maxima der Erwärmungen den Betrag der entsprechenden Maximalwerte der Erkaltungen, in den warmen Monaten sind hingegen die Erkaltungen größer.

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Maxmima der Erwärmungen . .	**2·6**	**2·3**	**2·7**	**2·6**	2·6	3·1	**3·0**	3·1	2·2	2·0	**2·4**	**1·8**
Erkaltungen . . .	1·8	1·9	2·2	2·4	**2·7**	**3·7**	**2·8**	**3·2**	**3·7**	**2·5**	1·7	1·5

Die Werte dieser zwei Tabellen VIII und IX zu Jahreszeitmitteln vereinigt geben die Tabellen 11 und 12.

Man ersieht daraus, daß zur Zeit des steilsten Anstieges in der täglichen Gangkurve der Temperatur Erwärmungen vorkommen, deren mittlerer maximaler Betrag im Winter mit 2·2° resultiert, im Herbst mit 2·3°, im Frühling mit 2·4° und im Sommer mit 3·1°. Zur Zeit des steilsten Temperaturabfalles in der

täglichen Gangkurve kommen Erwärmungen vor, mit einem mittleren Maximum von 0·6° im Winter, 0·3° im Sommer.

Die nachmittags auftretenden größten Erkaltungen erreichen im Winter 1·7°, im Frühling 2·2°, im Herbst 2·3° und im Sommer 2·9°, während vormittags die kleinsten negativen Änderungen von einer Stunde zur anderen im Winter, Frühling und Herbst mit 0·6°, im Sommer mit 0·8° resultieren.

Zur Darstellung der täglichen Periode wurden diese Werte nach $\frac{1}{4}(a + 2b + c)$ ausgeglichen, die Ergebnisse finden sich in den Tabellen 13 und 14.

Tabelle 11.

Mittlere Maxima der Erwärmungen.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr		Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
12— 1h a.	0·96	0·91	0·83	0·71	0·85	12— 1h p.	1·37	1·57	1·62	1·35	1·48
— 2	1·09	0·95	0·75	0·78	0·89	— 2	1·09	1·64	1·48	1·04	1·31
— 3	1·13	0·99	0·89	0·85	0·97	— 3	0·65	1·22	1·38	0·77	1·01
— 4	1·04	1·00	1·09	0·75	0·97	— 4	0·57*	1·03	1·36	0·85	0·95
— 5	0·83	0·91	0·81	0·81	0·84	— 5	0·61	0·88	0·79	0·65	0·73
— 6	0·93	1·35	1·45	0·94	1·17	— 6	0·59	0·67	0·86	0·35*	0·62
— 7	1·13	2·25	**3·05**	1·65	2·02	— 7	0·69	0·45*	0·27*	0·87	0·57*
— 8	1·15	2·23	2·59	1·58	1·89	— 8	0·99	0·73	0·54	0·61	0·72
— 9	1·59	**2·41**	2·57	**2·32**	**2·22**	— 9	0·96	0·82	0·54	0·63	0·74
—10	1·98	2·29	2·15	2·19	2·15	—10	0·83	0·76	0·58	0·69	0·72
—11	**2·19**	1·99	1·77	1·89	1·96	—11	0·77	0·73	0·77	0·77	0·76
—12	1·61	1·89	1·96	1·73	1·80	—12	1·01	0·64	0·75	0·83	0·81
						Mittel	1·07	1·26	1·29	1·07	1·17

Tabelle 12.

Mittlere Maxima der Erkaltungen.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr		Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
12— 1h a.	1·33	1·79	1·61	1·49	1·56	12— 1h p.	0·94	2·05	2·15	1·39	1·63
— 2	0·94	1·35	1·50	0·95	1·19	— 2	0·83	1·79	2·22	1·45	1·57
— 3	1·50	1·21	1·72	1·15	1·40	— 3	1·32	1·90	1·63	1·70	1·64
— 4	1·01	1·27	1·23	1·18	1·17	— 4	1·21	1·66	**2·87**	1·94	1·92
— 5	1·21	1·22	1·09	0·99	1·13	— 5	**1·74**	1·91	2·28	1·87	1·95
— 6	0·99	0·79	0·77*	0·89	0·86	— 6	1·49	1·75	2·33	**2·30**	**1·97**
— 7	1·18	0·73	0·85	1·21	0·99	— 7	1·24	**2·17**	2·59	1·69	1·92
— 8	0·71	0·61*	0·85	0·61*	0·69*	— 8	1·06	2·01	2·37	1·47	1·73
— 9	0·69	0·78	1·35	1·17	1·00	— 9	1·21	1·82	1·86	1·40	1·57
—10	0·61*	1·39	1·69	1·01	1·17	—10	0·91	1·17	1·74	1·13*	1·24
—11	0·79	1·42	2·25	1·11	1·39	—11	1·12	1·17	1·33	1·22	1·21
—12	0·77	1·73	2·25	1·27	1·51	—12	1·13	1·04	1·72	1·69	1·40
						Mittel	1·08	1·45	1·76	1·35	1·41

Tabelle 13.

Mittlere Maxima der Erwärmungen.

Ausgeglichen nach $\frac{1}{4}(a + 2b + c)$.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr		Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
12— 1h a.	1·00	0·85	0·79	0·76	0·85	12— 1h p.	1·36	1·67	1·67	1·37	1·52
— 2	1·07	0·95	0·81	0·78	0·90	— 2	1·05	1·52	1·49	1·05	1·28
— 3	**1·10**	0·98	0·90	0·81	0·95	— 3	0·74	1·28	1·40	0·86	1·07
— 4	1·01	0·98	0·97	0·79	0·94	— 4	0·60	1·04	1·22	0·78	0·91
— 5	0·91*	1·04	1·04	0·83	0·96	— 5	0·59*	0·87	0·95	0·62	0·76
— 6	0·95	1·46	1·69	1·08	1·30	— 6	0·62	0·67	0·69	0·55*	0·63
— 7	1·08	2·02	2·53	1·45	1·77	— 7	0·74	0·57*	0·49	0·68	0·62*
— 8	1·26	2·28	**2·70**	1·78	2·01	— 8	0·91	0·68	0·47*	0·68	0·69
— 9	1·58	**2·34**	2·47	2·10	**2·12**	— 9	**0·94**	**0·78**	0·55	0·64	0·73
—10	1·93	2·24	2·16	**2·15**	2·12	—10	0·85*	0·77	0·62	0·69	0·73
—11	**1·99**	2·04	1·91	1·92	1·97	—11	0·85	0·72*	0·72	0·77	0·76
—12	1·69	1·83	1·83	1·68	1·76	—12	0·94	0·73	0·78	0·79	0·81
						Mittel	1·07	1·26	1·29	1·07	1·17

Tabelle 14.

Mittlere Maxima der Erkaltungen.

Ausgeglichen nach $\frac{1}{4}(a + 2b + c)$.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr		Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
12— 1h a.	1·18	**1·49**	**1·61**	1·40	1·42	12— 1h p.	0·87	**1·91**	2·19	1·38	1·59
— 2	1·18	1·43	1·58	1·13	1·33	— 2	0·98	1·88	2·06*	1·50	1·61
— 3	**1·24**	1·26	1·54	1·11	1·29	— 3	1·17	1·81	2·09	1·70	1·69
— 4	1·18	1·24	1·32	1·12	1·21	— 4	1·37	1·78*	2·41	1·86	1·86
— 5	1·11	1·13	1·04	1·01	1·07	— 5	**1·54**	1·81	2·44	1·99	1·94
— 6	1·09	0·88	0·87	0·99	0·96	— 6	1·49	1·89	2·38	**2·04**	**1·95**
— 7	1·01	0·72	0·83*	0·98	0·88	— 7	1·26	**2·03**	**2·47**	1·79	1·89
— 8	0·82	0·68*	0·98	0·90*	0·84*	— 8	1·14	2·00	2·30	1·51	1·74
— 9	0·68	0·89	1·31	0·99	0·97	— 9	1·10	1·70	1·96	1·35	1·53
—10	0·68*	1·25	1·74	1·08	1·19	—10	1·04*	1·33	1·67	1·22*	1·31
—11	0·74	1·49	2·11	1·13	1·37	—11	1·07	1·14*	1·53*	1·32	1·27
—12	0·82	1·73	**2·23**	1·26	1·51	—12	1·18	1·26	1·59	**1·52**	1·39
						Mittel	1·08	1·45	1·76	1·35	1·41

Die mittleren maximalen Erwärmungen zeigen eine einfache tägliche Periode mit kaum nennenswerten sekundären Schwankungen in den Nacht- und Morgenstunden. Im Winter und Frühling ist ein sekundäres Maximum gegen 9^h und ein sekundäres Minimum gegen 11^h nachts zu bemerken. Im Winter ist noch eine zweite sekundäre Schwankung mit dem Maximum um 3^h und dem Minimum um 5^h früh zu ersehen. Im Sommer und Herbst sind dieselben kaum wahrnehmbar.

Die Extreme, ihre Schwankungen und die Eintrittszeiten sind nachfolgende:

	Maxima	Minima	Schwankungen
Winter	1·99°, 10—11^h a.	0·59°, 4—5^h p.	1·40°
Frühling	2·34°, 8— 9^h a.	0·57°, 6—7^h p.	1·77°
Sommer	2·70°, 7— 8^h a.	0·47°, 7—8^h p.	2·23°
Herbst	2·15°, 9—10^h a.	0·55°, 5—6^h p.	1·60°

Die Schwankungen sind im Sommer am größten, 2·2°, von 2·7 bis 0·5°, im Winter am kleinsten, 1·4°, zwischen 2·0 und 0·6°.

Mittlere maximale Erwärmungen von und über 1° pro Stunde finden statt im

Winter	durch 13 Stunden,	von 5^h früh	bis 2^h	nachmittags und von Mitternacht bis 4^h früh
Frühling	» 15 »	» 1^h »	» 4^h	»
Sommer	» 14 »	» 3^h »	» 5^h	»
Herbst	» 9 »	» 5^h »	» 2^h	»

Eine Temperaturzunahme in den mittleren maximalen, positiven Veränderlichkeiten von mehr als 2° wurde erreicht im

Winter	durch 0 Stunden		
Frühling	» 5 »	von 6^h früh	bis 11^h vormittags
Sommer	» 4 »	» 6^h »	» 10^h »
Herbst	» 2 »	» 8^h »	» 10^h »

In der täglichen Periode der mittleren maximalen Erkaltungen sind, wie bereits erwähnt, die bei dem täglichen Gange der allgemeinen mittleren Änderungen auf die Vormittagsstunden fallenden größeren Erkaltungen nicht zu ersehen. Im allgemeinen sind hier die kleinsten mittleren Maxima der Erkaltungen in den Vormittagsstunden, die größten am Spätnachmittag zu bemerken.

In den Nachtstunden ist durch alle Jahreszeiten wieder eine Zunahme zu entnehmen, die namentlich im Winter besonders ausgeprägt erscheint, mit einem sekundären Minimum zwischen 9 und 11^h nachts und einem sekundären Maximum, welches im Winter gegen 3^h früh, im Frühling und Sommer gegen 1^h früh und im Herbst gegen Mitternacht eintritt.

Im Frühling und Sommer ist außerdem im aufsteigenden Aste dieser Gangkurve eine sekundäre Schwankung zu entnehmen, da in den ersten Nachmittagsstunden eine Abnahme bei diesen größten Erkaltungen zu bemerken ist. Es zeigt sich ein sekundäres Maximum im Frühling von Mittag bis 1^h p., im Sommer von 11^h a. bis Mittag und ein sekundäres Minimum im Frühling von 3—4^h, im Sommer um 2^h nachmittags.

Die Extreme und Schwankungen der mittleren maximalen Erkaltungen sind

	Maxima	Minima	Schwankungen
Winter	1·54°, 4—5^h p.	0·68°, 9—10^h a.	0·86°
Frühling	2·03°, 6—7^h p.	0·68°, 7— 8^h a.	1·35°
Sommer	2·47°, 6—7^h p.	0·83°, 6— 7^h a.	1·64°
Herbst	2·04°, 5—6^h p.	0·90°, 7— 8^h a.	1·14°

Auch hier ist die tägliche Schwankung im Sommer am größten, 1·6°, im Winter am kleinsten, 0·9°.

Die tägliche Periode ist bei der Erwärmung stärker ausgeprägt als bei den Erkaltungen, im Winter ist die Schwankung 1·6 mal größer, 1·40° gegen 0·86°, im Sommer 1·4 mal, 2·23° gegen 1·64°.

Mittlere maximale Erkaltungen von mehr als 2° in einer Stunde kommen vor im

Winter	durch 0 Stunden		
Frühling	» 2 »	von 6—8^h abends	
Sommer	» 10 »	» 10^h vormittags	bis 8^h abends
Herbst	» 1 »	» 5—6^h nachmittags.	

Die Jahreszeiten-Mittelwerte dieser größten Abweichungen zeigen im Winter fast gleich große Beträge, 1·08° gegen 1·07°. In den übrigen Jahreszeiten sind die Mittelwerte der maximalen Erkaltungen stets größer als die der maximalen Erwärmungen, im Frühling 1·5° gegen 1·3°, im Sommer 1·8° gegen 1·3° und im Herbst 1·4° gegen 1·1°. Im Jahresmittel 1·4° gegen 1·2°.

Absolute Maxima der Erwärmungen und Erkaltungen. In den Tabellen X und XI sind die absoluten Extreme der Erwärmungen und Erkaltungen für die einzelnen Stunden und Monate dargestellt und in den Tabellen 15 und 16 für die einzelnen Jahreszeiten. Aus diesem fünfjährigen Beobachtungs-

Tabelle 15.

Absolute Maxima der Erwärmungen.

5 Jahre.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr		Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
12— 1^h a.	1·6	2·0	1·4	1·0	2·0	12— 1^h p.	3·1	3·1	3·0	2·4	3·1
— 2	2·2	2·8	1·3	1·4	2·8	— 2	2·8	2·7	2·6	2·2	2·8
— 3	2·8	2·7	1·9	1·7	2·8	— 3	1·6	2·0	2·7	1·9	2·7
— 4	3·2	2·8	1·9	1·2	3·2	— 4	1·1	2·7	2·8	3·9	3·9
— 5	1·6	1·4	1·9	1·2	1·9	— 5	2·3	1·4	1·7	2·3	2·3
— 6	2·0	3·8	2·0	2·5	3·8	— 6	1·6	1·9	1·9	0·8	1·9
— 7	3·9	3·3	3·9	3·0	3·9	— 7	1·8	1·7	0·7	3·9	3·9
— 8	1·9	2·9	3·3	2·5	3·3	— 8	**4·2**	2·8	1·7	1·2	**4·2**
— 9	2·2	**4·2**	**4·0**	3·6	**4·2**	— 9	3·5	3·9	1·4	1·2	3·9
—10	2·6	3·4	3·0	**4·1**	4·1	—10	2·3	1·9	1·4	1·7	2·3
—11	3·6	3·3	2·4	2·3	3·6	—11	1·2	1·3	1·7	2·5	2·5
—12	3·0	2·8	2·9	2·7	3·0	—12	2·8	2·3	1·9	1·8	2·8
						Maximum	4·2	4·2	4·0	4·1	4·2

Tabelle 16.

Absolute Maxima der Erkaltungen.

5 Jahre.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr		Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
12— 1^h a.	2·3	6·1	3·0	3·9	6·1	12— 1^h p.	3·5	3·6	4·9	3·0	4·9
— 2	1·7	2·6	3·0	2·4	3·0	— 2	1·6	3·7	5·6	4·1	5·6
— 3	3·1	1·8	6·4	2·1	6·4	— 3	3·3	3·4	3·2	4·9	4·9
— 4	1·4	2·3	2·1	2·4	2·4	— 4	2·1	2·9	**9·7**	6·7	**9·7**
— 5	2·7	4·3	1·6	2·1	4·3	— 5	2·9	3·3	5·3	4·4	5·3
— 6	1·8	1·3	1·7	1·7	1·8	— 6	2·0	2·6	6·0	**8·5**	8·5
— 7	**3·8**	2·3	4·0	3·5	4·0	— 7	2·0	3·0	6·0	3·1	6·0
— 8	1·5	2·0	2·9	1·7	2·9	— 8	2·0	4·5	4·9	3·3	4·9
— 9	2·2	2·9	3·0	4·2	4·2	— 9	2·0	**6·9**	4·1	4·5	6·9
—10	2·1	3·4	4·6	2·8	4·6	—10	1·3	2·0	3·2	2·2	3·2
—11	2·0	3·3	5·7	4·0	5·7	—11	1·7	1·8	2·8	2·8	2·8
—12	1·8	3·3	6·5	3·1	6·5	—12	1·8	1·4	4·0	4·3	4·3
						Maximum	3·8	6·9	9·7	8·5	9·7

zeitraum resultiert als größte Erwärmung von einer Stunde zur andern der Betrag von 4·2°. Dieser wurde im Jänner in der Stunde von 7—8^h abends und im März von 8—9^h früh beobachtet.

Die größten und kleinsten Maxima der Erwärmungen in den einzelnen Monaten sind nachfolgende:

Absolutes Maximum	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Größtes	4·2°	3·6°	4·2°	3·3°	3·2°	3·9°	4·0°	3·5°	4·1°	2·6°	3·0°	3·0°
Kleinstes	0·7°	0·7°	0·7°	0·9°	0·3°	0·6°	0·6°	0·5°	0·6°	0·6°	0·6°	0·6°

Die größten Maxima kommen hauptsächlichst vormittags vor, die kleinsten in den Nachmittagsstunden von 2—7^h, und zwar in den kalten Monaten früher, von 2—5^h, in den warmen Monaten später, von 6—7^h abends.

Aus der Tabelle 15, wo die Gruppierung nach Jahreszeiten erfolgt, ersehen wir, daß Erwärmungen von 3 und mehr als 3° in einer Stunde im Winter hauptsächlichst vor und um Mittag stattfinden, in den übrigen Jahreszeiten in den Vormittagsstunden, im allgemeinen von 6^h früh bis 11^h vormittags. Mit Ausnahme des Sommers finden größere Erwärmungen noch am Abend statt.

In allen vier Jahreszeiten resultiert fast dieselbe größte positive Änderung, und zwar im Winter und Frühling 4·2°, im Herbst 4·1° und im Sommer 4·0°.

Die größten Erkaltungen in einer Stunde erreichen in dieser fünfjährigen Beobachtungsreihe den Betrag von 9·7°, und zwar im Juni von 3—4^h nachmittags. Die größten Erkaltungen erscheinen in den einzelnen Monaten zu den verschiedensten Stunden, auch die kleinsten Maxima sind ziemlich unregelmäßig verteilt, doch ist bei den letzteren eine größere Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen in den Vormittagsstunden zu bemerken.

Die Grenzen für diese Extreme resultieren mit nachfolgenden Werten:

Absolutes Maximum	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Größtes	2·8°	3·8°	6·1°	4·9°	6·9°	9·7°	6·4°	6·5°	8·5°	6·7°	3·2°	3·3°
Kleinstes	0·7°	0·7°	0·9°	1·0°	0·7°	0·9°	1·2°	1·3°	1·1°	0·6°	0·5°	0·8°

In allen Monaten, mit Ausnahme des Jänner, sind die maximalsten Erkaltungen stets größer als die maximalsten Erwärmungen.

In den einzelnen Jahreszeiten — Tabelle 16 — kommen die größten Erkaltungen mit Ausnahme des Winters stets nachmittags vor.

Wenn früher hervorgehoben werden konnte, daß die größten Erwärmungen durchschnittlich 4° zu allen Jahreszeiten betrugen, so ersehen wir hingegen für die Erkaltungen den größten Wert im Sommer, den kleinsten im Winter. Im Winter beträgt die größte Erkaltung 3·8°, im Frühling 6·9°, im Herbst 8·5° und im Sommer 9·7°.

Zum Schlusse soll noch die Anzahl der Fälle mit stündlichen Änderungen von und mehr als 3° bestimmt werden. In diesem fünfjährigen Zeitraum kommen doppelt so viel Fälle größerer Erkaltungen als Erwärmungen vor, und zwar, wie aus der nachfolgenden Tabelle 17 ersichtlich ist, 52 Fälle mit dieser großen Erwärmung, hingegen 100 Fälle mit einem Temperaturrückgang von mindestens 3° in der Stunde.

Diese großen Erwärmungen und Erkaltungen kommen am häufigsten im Sommer vor. Erwärmungen von und über 3° in einer Stunde wurden im Monate Oktober nie beobachtet, im November nur 2mal, im Dezember nur 1 mal. Erkaltungen dieses Ausmaßes traten im Jänner niemals auf, im Dezember nur 1mal. Diese großen Erwärmungen kommen mit einer größeren Wahrscheinlichkeit vormittags zwischen 6 und 9^h vor, die großen Erkaltungen nachmittags zwischen 3 und 6^h. Nachtsüber, von 9^h abends bis 3^h früh, sind große Erwärmungen nicht zu erwarten, große Erkaltung von und über 3° in einer Stunde wurde morgens von 3—6^h nur ein einziges Mal beobachtet.

Tabelle 17.

Häufigkeit der Erwärmungen ≧ 3°.

	12—3h a.	3—6h a.	6—9h a.	9—12h m.	12—3h p.	3—6 p.	6—9h p.	9—12h n.	Summe
Jänner	0	0	1	2	0	0	2	0	5
Februar	0	1	0	1	1	0	0	0	3
März	0	1	1	3	0	0	1	0	6
April	0	0	2	0	1	0	0	0	3
Mai	0	0	2	1	0	0	0	0	3
Juni	0	0	5	0	0	0	0	0	5
Juli	0	0	5	0	0	0	0	0	5
August	0	0	11	1	1	0	0	0	13
September	0	0	2	1	0	2	1	0	6
Oktober	0	0	0	0	0	0	0	0	0
November	0	0	1	1	0	0	0	0	2
Dezember	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Winter	0	1	1	**4**	1	0	2	0	9
Frühling	0	1	**5**	4	1	0	1	0	12
Sommer	0	0	**21**	1	1	0	0	0	23
Herbst	0	0	**3**	2	0	2	1	0	8
Jahr	0	2	**30**	11	3	2	4	0	52

Häufigkeit der Erkaltungen ≧ 3°.

Jänner	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Februar	1	0	1	0	1	0	0	0	3
März	1	1	0	1	1	1	2	0	7
April	1	0	0	3	0	0	1	0	5
Mai	0	0	0	1	4	0	2	0	7
Juni	0	0	0	2	2	9	1	1	15
Juli	2	0	0	2	3	2	6	3	18
August	1	0	2	5	1	5	3	1	18
September	1	0	1	1	5	5	2	1	16
Oktober	1	0	3	1	0	1	1	0	7
November	0	0	0	0	1	0	1	1	3
Dezember	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Winter	1	0	1	0	**2**	0	0	0	4
Frühling	2	1	0	5	**5**	1	5	0	19
Sommer	3	0	2	9	6	**16**	10	5	51
Herbst	2	0	4	2	6	**6**	4	2	26
Jahr	8	1	7	16	19	**23**	19	7	100

2. Tägliche Periode der Temperatur.

Mit dem Jahre 1903 begannen am neuen Observatorium in Triest die kontinuierlichen Aufzeichnungen der Lufttemperatur. Die Thermographen sind im Garten des Observatoriums in einer den Thermometerhütten der Deutschen Seewarte in Hamburg und des Hydrographischen Amtes in Pola ähnlichen hölzernen Jalousiehütte untergebracht. Die eigentliche Thermometerhütte hat im Innern eine Breite von 1 *m*, eine Tiefe von 0·6 *m* und eine mittlere Höhe von 0·9 *m*. Das Dach fällt nach Norden zu ab, so daß die Höhe der Hütte auf der Südseite 1·0 *m*, auf der Nordseite 0·7 *m* beträgt. Der Boden derselben, durch parallel liegende Holzleisten gebildet, liegt 1·3 *m* über dem Erdboden und steht mit den Seitenwänden in keiner Verbindung, so daß die durch heftige Borastöße hervorgerufenen Vibrierungen der Hütte sich auf die Thermographen nicht übertragen können. Seitlich sind in einer Entfernung von 0·2 *m* zwei vorspringende Jalousiewände zum Schutze gegen die Sonnenstrahlung angebracht, gegen Norden ist die Hütte ganz frei. Auf der Südseite sind diese zwei Seitenjalousien durch eine dritte Wand mit Tür, ebenfalls aus Jalousiebrettchen gebildet, derart abgeschlossen, daß ein Vorraum von 0·7 *m* Tiefe entsteht, welcher gedeckt ist, um dem Beobachter bei den Ablesungen und beim Wechsel der Registrierstreifen Schutz gegen die Unbilden der Witterung zu bieten. Die Schutzjalousiewände stehen 0·3 *m* vom Boden ab, so daß die Luftzirkulation möglicht ungehindert bleibt. Die Thermometerhütte steht überdies im Schatten der Nordwand des astronomischen Pavillons, und zwar in einer Entfernung von 2 *m*. Die Thermometer liegen 1·4 *m* über dem Erdboden. Die Seehöhe des Observatoriums beträgt 67·5 *m*.

Zur Bestimmung der täglichen Periode der Lufttemperatur konnten demnach die kontinuierlichen Beobachtungen der zehn Jahre, 1903—1912, herangezogen werden. Die erhaltenen Mittelwerte für die einzelnen Stunden und Monate sind in Tabelle XII zusammengestellt.

Zur Ausscheidung der unperiodischen Änderungen wurden noch die Temperaturmittel für die Mitternachtstunde zu Beginn des Tages berechnet. Die Temperaturdifferenzen zwischen der letzten und ersten Mitternachtstunde sind nachfolgende:

Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
−0·01°	0·15°	0·07°	0·14°	0·19°	0·05°	0·05°	−0·07°	−0·14°	−0·08°	−0·17°	−0·17°

Man ersieht daraus, daß in den Monaten Februar bis inklusive Juli die Temperatur am Schlusse des Tages mit einem höheren Wert endet, von August bis Jänner mit einem niedrigeren.

Unter Berücksichtigung der daraus abgeleiteten Korrektionsgrößen für die einzelnen Stunden resultiert der in Tabelle XIII mitgeteilte tägliche Gang der Temperatur.

Eintrittszeiten. Diese Ordinaten wurden auf Millimeterpapier aufgetragen und die danach gezeichneten Kurven zur Bestimmung der Eintrittszeiten für die Extreme und Media verwendet (Tabelle 18). Die Eintrittszeiten der Maxima und Minima wurden zur Kontrolle überdies aus der größten, beziehungsweise kleinsten Temperatur und den Temperaturen der unmittelbar vorangehenden und nachfolgenden Stunde berechnet.

Aus dieser Tabelle 18 lassen sich nachfolgende Ergebnisse entnehmen:

Die Eintrittszeiten der Minima schwanken von $6^h\ 47^m$ früh im Jänner bis $4^h\ 33^m$ früh im Juni, demnach innerhalb eines Zeitraumes von 2 Stunden 14 Minuten. Die Maxima treten im November und Dezember am frühesten ein, um $1^h\ 30^m$, im Juli am spätesten, um $2^h\ 10^m$ nachmittags; die Eintrittszeiten der Maxima zeigen demnach nur einen Spielraum von 40 Minuten.

Die Gangkurve erhebt sich im Jänner erst um $9^h\ 56^m$ vormittags über den Mittelwert, im Juni bereits um $7^h\ 44^m$, demnach um 2 Stunden 12 Minuten früher. Unter den Mittelwert sinkt die Gangkurve im November um $6^h\ 42^m$ nachmittags, im Juni um $7^h\ 44^m$, der Unterschied beträgt bloß 1 Stunde 2 Minuten.

Tabelle 18.

	Eintrittszeiten				Zeitintervalle zwischen					
	Minimum	I. Medium	Maximum	II. Medium	Minimum und I. Medium	I. Medium und Maximum	Maximum und II. Medium	II. Medium und Minimum	I. Medium und II. Medium	Minimum und Maximum
Jänner . . .	$6^h\ 47^m$ a.	$9^h\ 56^m$ a.	$1^h\ 56^m$ p.	$7^h\ 28^m$ p.	$3^h\ 9^m$	$4^h\ 0^m$	$5^h\ 32^m$	$11^h\ 19^m$	$9^h\ 32^m$	$7^h\ 9^m$
Februar . . .	6 33	9 29	1 56	7 19	2 56	4 27	5 23	11 14	9 50	7 23
März	5 38	8 49	1 57	7 16	3 11	5 8	5 19	10 22	10 27	8 19
April	5 6	8 8	2 00	7 20	3 2	5 52	5 20	9 46	11 12	8 54
Mai	4 38	7 49	2 7	7 33	3 11	6 18	5 26	9 5	11 44	9 29
Juni	4 33	7 44	1 52	7 44	3 11	6 8	5 52	8 49	12 0	9 19
Juli	4 34	7 53	2 10	7 43	3 19	6 17	5 33	8 51	11 50	9 36
August . . .	4 46	7 59	2 3	7 25	3 13	6 4	5 22	9 21	11 26	9 17
September . .	5 31	8 23	1 41	7 13	2 52	5 18	5 32	10 18	10 50	8 10
Oktober . . .	5 41	8 51	1 33	6 43	3 10	4 42	5 10	10 58	9 52	7 52
November . .	6 10	9 20	1 30	6 42	3 10	4 10	5 12	11 28	9 22	7 20
Dezember . .	6 38	9 42	1 30	7 4	3 4	3 48	5 34	11 34	9 22	6 52

Die Zeit innerhalb welcher sich die Gangkurve vom tiefsten Wert bis zu dem Mittelwert erhebt, schwankt zwischen 2 Stunden 52 Minuten und 3 Stunden 19 Minuten, vom Mittelwert zum Maximum zwischen 3 Stunden 48 Minuten bis 6 Stunden 18 Minuten. Vom Maximum zum Mittelwert sinkt die Gangkurve durch 5 Stunden 52 Minuten, beziehungsweise 5 Stunden 10 Minuten und vom Mittelwert zum Minimum im Dezember durch 11 Stunden 34 Minuten, im Juni durch 8 Stunden 49 Minuten. Über dem Mittelwert bleibt demnach die Gangkurve im Dezember durch 9 Stunden 22 Minuten, im Juni hingegen durch volle 12 Stunden.

Das Zeitintervall vom Minimum zum Maximum, also die durchschnittliche Dauer für eine zunehmende Temperatur beträgt im Dezember 6 Stunden 52 Minuten, im Juli hingegen 9 Stunden 36 Minuten.

Vergleichen wir diese Eintrittszeiten der Extreme und der Media mit den Auf- und Untergangszeiten der Sonne und der Zeit der Sonnenkulmination (in mittlerer Ortszeit ausgedrückt) — siehe Tabelle 19 — so ersehen wir, daß das Minimum im Mai, Juni und Juli nach Sonnenaufgang stattfindet, und zwar findet die größte Verspätung im Juni mit 23 Minuten statt. In den übrigen Monaten fällt das Minimum vor Sonnenaufgang. Die größte Verfrühung findet im Dezember mit 56 Minuten statt.

Die Zeit, die zwischen dem Sonnenaufgang und dem Eintreffen der mittleren Temperatur im aufsteigenden Aste der Gangkurve liegt, schwankt zwischen 2 Stunden 8 Minuten (Dezember) und 3 Stunden 34 Minuten (Juni).

Das Maximum der Temperatur tritt im Dezember 1 Stunde 34 Minuten nach der Sonnenkulmination ein, im Mai um 2 Stunden 11 Minuten.

Sehr regelmäßig verringert sich das Intervall zwischen Sonnenuntergang und der Eintrittszeit des zweiten Mediums. Im Dezember sinkt die Temperatur unter den Mittelwert erst 2 Stunden 47 Minuten nach Sonnenuntergang, im Juni bereits 7 Minuten vor Untergang der Sonne.

Aus den nach Ausscheidung der unperiodischen Änderungen bestimmten Stundenmitteln der einzelnen Monate wurde auch für die vier Jahreszeiten und das Jahr der tägliche Gang der Temperatur bestimmt. Die erhaltenen Werte sind in Tabelle XIV mitgeteilt.

Tabelle 19.

Auf- und Untergangszeiten sowie Kulminationszeiten der Sonne für den scheinbaren Horizont von Triest.

	Aufgang	Kulmination	Untergang	Zeitintervall zwischen			
				Minimum und Aufgang	I. Medium und Aufgang	Maximum und Kulmination	II. Medium und Untergang
Jänner	$7^h\ 37^m$	$12^h\ 10^m$	$4^h\ 43^m$	$-0^h\ 50^m$	$2^h\ 19^m$	$1^h\ 46^m$	$2^h\ 45^m$
Februar	7 3	12 14	5 26	−0 30	2 26	1 42	1 53
März	6 12	12 9	6 7	−0 34	2 37	1 48	1 9
April	5 14	12 0	6 47	−0 8	2 54	2 0	0 33
Mai	4 28	11 56	7 25	0 10	3 21	2 11	0 8
Juni	4 10	12 0	7 51	0 23	3 34	1 52	−0 7
Juli	4 25	12 6	7 46	0 9	3 28	2 4	−0 3
August	5 0	12 4	7 8	−0 14	2 59	1 59	0 17
September	5 38	11 55	6 11	−0 7	2 45	1 46	1 2
Oktober	6 17	11 46	5 14	−0 36	2 34	1 47	1 29
November	6 59	11 45	4 30	−0 49	2 21	1 45	2 12
Dezember	7 34	11 56	4 17	−0 56	2 8	1 34	2 47

In gleicher Weise wie für die einzelnen Monate wurden auch hier die Eintrittszeiten der Extreme und der Media und ihre Differenzen bestimmt. Dieselben ergeben sich mit den in Tabelle 20 ersichtlichen Werten.

Tabelle 20.

	Eintrittszeiten				Zeitintervalle zwischen					
	Minimum	I. Medium	Maximum	II. Medium	Minimum und I. Medium	I. Medium und Maximum	Maximum und II. Medium	II. Medium und Minimum	I. Medium und II. Medium	Minimum und Maximum
Winter	$6^h\ 39^m$ a.	$9^h\ 42^m$ a.	$1^h\ 47^m$ p.	$7^h\ 16^m$ p.	$3^h\ 3^m$	$4^h\ 5^m$	$5^h\ 29^m$	$11^h\ 23^m$	$9^h\ 34^m$	$7^h\ 8^m$
Frühling	4 53	8 17	2 0	7 26	3 24	5 43	5 26	9 27	11 9	9 7
Sommer	4 36	7 52	2 2	7 43	3 16	6 10	5 41	8 53	11 51	9 26
Herbst	5 35	8 47	1 36	6 56	3 12	4 49	5 20	10 39	10 9	8 1
Jahr	4 51	8 30	1 50	7 29	3 39	5 20	5 39	9 22	10 59	8 59

Hier sollen noch die Korrektionsgrößen mitgeteilt werden die zur Reduktion der Mittelwerte der drei Terminbeobachtungen, die bei uns um 7^h früh, 2^h mittags und 9^h abends vorgenommen werden, auf wahre 24stündige Mittel, nach dieser neuen 10jährigen Beobachtungsreihe, in Anwendung zu bringen sind.

Korrektion der Mittelwerte aus den Terminbeobachtungen auf 24stündige Mittel.

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
$\frac{1}{3}(7+2+9)$	−0°15	−0°10	−0°06	−0°14	−0°24	−0°28	−0°24	−0°20	−0°08	−0°07	−0°08	−0°10
$\frac{1}{4}(7+2+9+9)$	−0·05	−0·01	+0·08	+0·05	+0·01	−0·01	+0·05	+0·08	+0·14	+0·10	+0·05	0·00

Die Mittelwerte aus den mittleren Maxima und Minima dieser 10jährigen Beobachtungsreihe abgeleitet, zeigen kleine Abweichungen von den wahren 24stündigen Mittelwerten. Die Differenzen sind nachfolgende und zwar bedeutet das negative Zeichen, daß die Mittelwerte der mittleren Extreme um den beigesetzten Betrag zu groß sind.

Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
0°00	−0°11	−0°19	−0°11	−0°08	+0°04	+0°06	−0°01	−0°07	−0°16	−0°09	−0°05

Im März und Oktober resultieren die größten negativen Differenzen (−0°19 und 0°16), im Juli die größte positive (0°06).

Amplituden. Der tägliche Temperaturgang ist im Sommer stärker ausgeprägt als im Winter, und zwar ist, wie aus den mittleren Ordinaten der Tabelle XIII hervorgeht, die Zunahme vom Dezember (mittlere Ordinate 0°60) bis zum Juli (mittlere Ordinate 1°87) eine kontinuierliche und ebenso die Abnahme vom Juli auf den Dezember. Die mittlere Ordinate ist im Juli 3·1 mal größer als im Dezember.

Die aus diesen Gangkurven abgeleiteten periodischen Amplituden sind nachfolgende:

Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
2·62	2·82	3·61	4·12	4·98	5·15	**5·44**	5·35	4·67	3·50	2·80	1·99*

Auch hier ist die Schwankung im Juli fast dreimal so groß als im Dezember (2·7 mal).

Für die einzelnen Jahreszeiten resultieren nachfolgende periodische Schwankungen:

Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
2·48	4·22	5·31	3·66	3·90

Die periodische Amplitude des Dezember erreicht nur die Hälfte der periodischen Schwankung des täglichen Ganges im Jahresmittel, die des Juli ist 1·4 mal so groß als diese.

Die zum Vergleiche aus dem gleichen Zeitraum abgeleiteten aperiodischen Amplituden (die mittleren Maxima und Minima aus den absoluten Extremen der einzelnen Tage abgeleitet) zeigen die gleiche regelmäßige Zunahme der täglichen Schwankung von den Winter- zu den Sommermonaten (siehe Tabelle 21, 3. Kolonne). Im Juli ist dieselbe doppelt so groß als im Dezember, 7·10 gegen 3·57.

Die aperiodischen Sckwankungen sind natürlich stets größer als die periodischen. Das Übergewicht ist in den kalten Monaten größer als in den warmen. Im Dezember ist die aperiodische Amplitude 1·79 mal so groß als die periodische, im Juli 1·31 mal.

Für die einzelnen Jahreszeiten und das Jahr resultieren nachfolgende Werte:

	Mittleres Maximum	Mittleres Minimum	Aperiodische Amplitude	Verhältnis der Amplituden aperiodisch : periodisch
Winter	7·28	3·19	4·09	1·65
Frühling	15·33	9·51	5·82	1·38
Sommer	25·25	18·26	6·99	1·32
Herbst	16·62	11·41	5·21	1·42
Jahr	16·12	10·59	5·53	1·42

Die absoluten Extreme dieses 10jährigen Intervalles, 1903—1912, sind auch in der Tabelle 21 ersichtlich. Die höchste Temperatur von 35·0° wurde am 17. Juli 1904, die tiefste mit — 12·8° am 23. Jänner 1907 beobachtet. Die absolute Schwankung erreicht daher in diesem 10jährigen Zeitraum den Betrag von 47°8.

Aus den Mittelwerten der einzelnen Monate, wie auch aus den mittleren Maxima und Minima wurde für dieses 10jährige Intervall das größte und kleinste Mittel herausgehoben und in Tabelle 22 zusammengestellt.

Tabelle 21.

Aperiodische Amplituden.

	Mittleres		Aperiodische Amplitude	Verhältnis zwischen den aperiodischen und periodischen Amplituden	Absolutes		Absolute Schwankung
	Maximum	Minimum			Maximum	Minimum	
Jänner	5·63	1·43	4·20	1·60	13·2	−12·8	26·0
Februar	7·54	3·04	4·50	1·60	14·5	− 6·5	21·0
März	11·39	6·16	5·23	1·45	19·2	− 0·5	19·7
April	14·50	8·80	5·70	1·38	24·4	1·2	23·2
Mai	20·11	13·57	6·54	1·31	28·4	6·9	21·5
Juni	23·74	16·87	6·87	1·33	30·9	8·9	22·0
Juli	26·13	19·03	7·10	1·31	35·0	11·8	23·2
August	25·89	18·89	7·00	1·31	32·6	12·7	19·9
September	21·35	15·17	6·18	1·32	31·8	8·1	23·7
Oktober	16·88	11·84	5·04	1·44	25·2	1·2	24·0
November	11·62	7·21	4·41	1·58	20·0	− 1·0	21·0
Dezember	8·68	5·11	3·57	1·79	16·4	− 3·0	19·4

Tabelle 22.

	Monatsmittel		Mittleres Maximum		Mittleres Minimum	
	größtes	kleinstes	größtes	kleinstes	größtes	kleinstes
Jänner	5·14	0·88	7·12	3·54	3·26	− 1·47
Februar	7·34	2·13	9·64	4·65	5·25	− 0·36
März	10·40	6·43	12·98	9·64	8·07	3·36
April	12·98	10·02	15·72	12·95	10·59	7·25
Mai	18·64	16·08	22·08	18·88	15·16	12·37
Juni	21·92	18·82	25·67	21·86	18·57	15·53
Juli	25·81	20·49	29·91	23·93	21·78	16·67
August	24·55	20·55	28·37	23·81	21·16	17·35
September	20·12	14·43	23·59	17·40	17·09	11·59
Oktober	16·74	9·84	19·21	12·38	14·70	7·44
November	12·34	6·81	14·36	9·22	10·34	4·61
Dezember	9·15	4·03	10·72	5·92	7·76	2·20

Aus einem Vergleiche dieser Werte mit den entsprechenden Mittelwerten desselben Monates (letzte Horizontalreihe der Tabelle XII und die beiden ersten Vertikalreihen der Tabelle 22) ergibt sich, daß im allgemeinen in den wärmeren Monaten die größten Mittelwerte sich höher über das entsprechende Monatsmittel erheben, als die kleinsten unter dasselbe sinken, während in den kälteren Monaten die kleinsten Mittelwerte tiefer unter das Monatsmittel sinken, als die höchsten sich darüber erheben, zum Beispiel Jänner: kleinstes Monatsmittel 2·65° unter, größtes Monatsmittel 1·61° über der mittleren Temperatur des Jänner. Juli: Kleinstes Monatsmittel 2·15° tiefer, größtes Monatsmittel 3·17° höher als die mittlere Monatstemperatur des Juli.

Vergleiche mit dem täglichen Gange nach den Beobachtungen im alten Observatorium. Gelegentlich der Bearbeitung des jährlichen Ganges der Lufttemperatur in Triest und der Veränderlichkeit derselben[1] hatte ich auch versucht den täglichen Wärmegang nach den Thermographenaufzeichnungen am alten Observatorium darzustellen und hiebei auf die stark störenden Strahlungseinflüsse hingewiesen. Das alte Observatorium war im Gebäude der Handels- und nautischen Akademie im Inneren der Stadt untergebracht und verfügte für die meteorologischen Beobachtungen über einen eigenen Aufbau am Dache dieses Gebäudes. Die Thermometer in einer Beschirmung und der Thermograph in einer kleinen Jalousiehütte befanden sich an einem gegen Norden gerichteten Fenster, 27 *m* über dem Meeresniveau und 1·3 *m* über dem Dache des Gebäudes, gegen Osten und Westen durch eiserne Jalousien gegen direkte Bestrahlung geschützt. Es wurde bereits damals hervorgehoben, daß die starke Erwärmung der Dachfläche ein zu rasches Steigen der Temperatur in den Vormittagsstunden mit sich bringt, daß die Temperaturen sodann zur Mittagszeit etwas abnehmen, um erst zur Zeit des Maximums wieder auf höhere Werte anzusteigen.

Diese Störungen ergeben sich nun zahlenmäßig aus dem Vergleiche der hier abgeleiteten täglichen Periode der Lufttemperatur (Tabelle XIII dieser Abhandlung) mit der täglichen Periode am alten Observatorium (Tabelle XI der zitierten Publikation). Die Differenzen zwischen den Ordinaten der täglichen Gangkurven im alten und neuen Observatorium sind in der nachfolgenden Tabelle XV ersichtlich gemacht.

Wir ersehen daraus, daß nicht nur im Sommer sondern auch im Winter diese Störungen auftreten. In den Wintermonaten erhebt sich gleich nach 7^h früh die alte Gangkurve über die neue und erreicht im Jänner um 10^h vormittags eine um 0·34° höhere Temperatur. Dieser Überschuß sinkt um 12^h mittags auf 0·18°, um um 2^h nachmittags wieder auf 0·25° anzusteigen. Vor 6^h nachmittags sinkt die alte Gangkurve unter die neue, um nachtsüber durchschnittlich um 0·2° größere negative Ordinaten aufzuweisen. In den Sommermonaten erhebt sich die alte Gangkurve um $^1/_2 6^h$ früh, über die neue, um erst gegen 6^h abends unter dieselbe zu sinken. Im Juli ist bei der alten Aufstellung um 8^h vormittags eine um 1·16° zu große Erwärmung zu entnehmen. Diese sinkt um 1^h nachmittags auf einen Überschuß von 0·23°, um um 4^h nachmittags wieder auf 0·57° anzusteigen. Nachtsüber sinkt die alte Gangkurve unter die neue bis auf den Maximalbetrag von 0·86° um 1^h nachts.

Der Beginn des Ansteigens der Temperatur, ihre größte Zunahme in den Vormittagsstunden, die darauffolgende Abnahme, die neuerliche Zunahme in den ersten Nachmittagsstunden und das Ende dieses Überschusses sind in der nachfolgenden Tabelle 23 ersichtlich.

Tabelle 23.

Ordinaten der täglichen Gangkurven des alten Observatoriums im Vergleiche zu denen des neuen Observatoriums.

	Gleich groß	Größer um			Gleich groß
Jänner	7·2^h a.	0·34°, 10^h a.	0·18°, 12^h m.	0·25°, 2^h p.	5·7^h p.
Februar	7·3^h	0·31°, 9^h	0·06°, 11^h a.	0·33°, 3^h	7·5^h
März	6·3^h	0·57°, 8^h	0·02°, 11^h a.	0·29°, 4^h	6·5^h
April	5·8^h	0·71°, 8^h	0·03°, 1^h p.	0·37°, 4^h	5·9^h
Mai	5·4^h	0·80°, 7^h	0·19°, 12^h m.	0·47°, 4^h	5·9^h
Juni	5·3^h	0·73°, 8^h	0·30°, 12^h m.	0·63°, 3^h	5·7^h
Juli	5·6^h	1·16°, 8^h	0·23°, 1^h p.	0·57°, 4^h	6·4^h
August	5·7^h	0·88°, 8^h	0·11°, 1^h p.	0·38°, 4^h	5·6^h
September	6·4^h	0·73°, 8^h	0·08°, 11^h a.	0·53°, 3^h	6·1^h
Oktober	6·3^h	0·58°, 8^h	0·01°, 12^h m.	0·21°, 3^h	5·1^h
November	6·3^h	0·29°, 8^h	−0·06°, 11^h a.	0·10°, 3^h	4·7^h
Dezember	7·3^h	0·10°, 9^h	0·06°, 10^h a.	0·28°, 3^h	5·6^h

[1] Der jährliche und tägliche Gang und die Veränderlichkeit der Lufttemperatur, LX. Band der Denkschriften der math.-naturw. Klasse der kais. Akad. d. Wissenschaften in Wien, 1893.

Die erste größte Erhebung der Temperatur, welche durchschnittlich um 8^h vormittags stattfindet, schwankt ihrer Größe nach zwischen 0·10° im Dezember und 1·16° im Juli. Um mittag findet die kleinste Erhebung statt, dieselbe beträgt im Juni immerhin 0·30°, im Juli 0·23°. Die zweite größte Zunahme, durchschnittlich um 3^h nachmittags, bewegt sich zwischen 0·10° im November und 0·63° im Juni.

Das gegenseitige Spiel der Ein- und Ausstrahlung in den beiden Aufstellungsorten zeigt sich auch in den Differenzen zwischen den Eintrittszeiten der gleich großen Ordinaten der beiden Gangkurven und den Zeiten des Sonnenauf- und -unterganges.

Mit bezug auf den Sonnenaufgang beginnt die Gangkurve des alten Observatoriums sich über die des neuen Observatoriums im November, Dezember und Jänner durchschnittlich um eine halbe Stunde vor Sonnenaufgang zu erheben, im Mai, Juni und Juli im Mittel erst nach etwas mehr als einer Stunde nach Sonnenaufgang.

Differenzen zwischen den Zeiten des Sonnenauf- und -unterganges und der Zeit der gleichen Ordinaten in den beiden Gangkurven.

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	
Sonnenaufgang:													
+ . . . später	+0·4	−0·2	−0·1	−0·6	−0·9	−1·1	−1·2	−0·7	−0·8	0·0	+0·7	+0·3	
− . . . früher													
Sonnenuntergang:													
+ . . . später	−1·0	−2·1	−0·4	+0·9	+1·5	+2·2	+1·4	+1·5	+0·1	+0·1	−0·2	−1·3	Stunden.
− . . . früher													

Im Dezember und Jänner bleibt dieselbe etwas mehr als eine Stunde nach Sonnenuntergang oberhalb der neuen Gangkurve, in den Sommermonaten sinkt dieselbe durchschnittlich fast $1^3/_4$ Stunden vor Sonnenuntergang unter die neue Gangkurve.

Bei Sonnenauf- und -untergang liegt daher im Winter die Gangkurve des alten Observatoriums schon, beziehungsweise noch über der des neuen Observatoriums, im Sommer hingegen stets unter dieser.

Nachtsüber sinkt die Gangkurve des alten Observatoriums unter die des neuen Observatoriums, die negativen Ordinaten sind bei der Dachaufstellung größer als bei der Gartenaufstellung; die Ausstrahlung der Dachfläche ist stärker.

Die größten Unterschiede in den einzelnen Monaten sind nachfolgende:

Negative Ordinaten der Gangkurve im alten Observatorium größer als die des neuen Observatoriums.

Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
0°25	0°30	0°27	0°43	0°56	0°65	0°86	0°68	0°46	0°23	0°16	0°17

Am stärksten sind die Unterschiede im Juli, am kleinsten im November und Dezember. Im Juli sinkt die Gangkurve des alten Observatoriums bis zu 0·86° unter die des neuen, im November und Dezember um 0·16 und 0·17°.

Der Einfluß der Dachfläche sowohl in der größeren Erwärmung durch Einstrahlung, als auch in der stärkeren Abkühlung durch Ausstrahlung zeigt sich auch aus dem Vergleiche der mittleren Ordinaten der täglichen Gangkurven. Dieselben sind im alten Observatorium durch alle Monate größer, wie aus der letzten Horizontalreihe der Tabelle XV hervorgeht. Der Unterschied wird im Juli am größten, 0·49°, im November am kleinsten, 0·03°.

Das gleiche Ergebnis erhält man bei Gegenüberstellung der periodischen Amplituden:

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Amplitude im alten Observatorium . . .	3·05	3·29	3·98	4·66	5·76	6·24	6·67	5·99	5·45	3·72	2·86	2·36
Verhältnis der Amplituden im alten zum neuen Observatorium . . .	1·16	1·17	1·10	1·13	1·16	1·21	**1·23**	1·12	1·17	1·06	1·02*	1·19

Im Juli ist die Amplitude des täglichen Ganges bei der Dachaufstellung 1·23mal größer als bei der Gartenaufstellung, im November nur 1·02mal.

Tabelle I.

Mittlere stündliche Veränderlichkeit.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
12— 1h a.	-0·09	—0·08	--0·16	- 0·19	0·19	—0·22	—0·23	-0·23	0·19	-0·12	0·14	0·10
— 2	— ·04	— ·07	— ·11	— ·06	— ·19	— ·21	— ·23	— ·16	— ·07	— ·06	— ·09	— ·04
— 3	— ·10	— ·09	— ·05	— ·15	— ·19	— ·19	— ·20	— ·17	— ·12	— ·08	— ·05	— ·02
— 4	— ·06	·01	— ·05	— ·14	— ·16	— ·10	— ·06	— ·14	— ·09	— ·10	— ·11	— ·06
— 5	— ·07	— ·08	— ·11	— ·07	— ·04	·00	·00	— ·13	— ·14	— ·07	— ·02	— ·06
— 6	— ·00	— ·06	— ·03	·07	·48	·60	·49	·29	·02	·00	— ·05	— ·05
— 7	— ·01	·01	·28	·85	**1·31**	**1·34**	**1·42**	**1·47**	·84	·16	·02	— ·02
— 8	·05	·21	·68	·89	1·17	1·12	1·29	1·34	·93	·48	·18	·06
— 9	·36	·57	**·92**	**·94**	0·88	0·84	1·05	1·33	**1·22**	**·78**	·57	·28
—10	·62	**·72**	·71	·49	·43	·41	0·41	0·48	·71	·75	**·76**	·56
—11	**·77**	·68	·58	·34	·31	·18	·21	·13	·58	·54	·67	**·56**
—12	·51	·40	·35	·14	·17	·22	·21	·16	·21	·41	·35	·44
12— 1h p.	·31	·22	·15	·10	·15	·16	·12	·13	·12	·08	·16	·17
— 2	·14	·03	·12	·11	·15	·14	·10	·08	·01	·04	— ·02	·00
— 3	— ·15	— ·12	— ·16	— ·05	— ·05	— ·15	— ·04	— ·02	— ·17	— ·18	— ·15	— ·21
— 4	— ·31	— ·26	— ·22	— ·15	— ·20	— ·17	— ·21	— ·17	— ·23	— ·35	— ·40	— ·30
— 5	— ·51*	— ·48*	— ·41	— ·29	— ·32	— ·29	— ·26	— ·38	— ·48	— ·62*	— ·55*	— ·39*
— 6	— ·35	— ·47	— ·60	— ·54	— ·44	— ·41	— ·40	— ·56	— ·92*	— ·55	— ·39	— ·27
— 7	— ·32	— ·35	— ·65*	— ·84*	— ·94*	— ·82	— ·88	—1·18*	— ·76	— ·40	— ·31	— ·19
— 8	— ·15	— ·18	— ·37	— ·42	— ·74	— ·82*	— ·99*	—0·78	— ·43	— ·25	— ·21	— ·14
— 9	— ·18	— ·11	— ·33	— ·35	— ·61	— ·64	— ·71	— ·55	— ·39	— ·21	— ·12	— ·11
—10	— ·13	— ·21	— ·19	— ·23	— ·32	— ·36	— ·45	— ·45	— ·25	— ·18	— ·10	— ·09
—11	— ·12	— ·13	— ·20	— ·16	— ·26	— ·32	— ·33	— ·32	— ·30	— ·08	— ·09	— ·11
—12	— ·09	— ·06	— ·11	— ·12	— ·23	— ·24	— ·27	— ·22	— ·23	— ·10	— ·10	— ·05
Mittlere Ordinate	0·23	0·23	0·31	0·32	0·41	0·42	0·44	0·45	0·39	0·27	0·23	0·18

Tabelle II.

Mittlere Änderung ohne Rücksicht auf das Vorzeichen.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
12— 1h a.	0·28	0·36	0·35	0·39	0·35	0·38	0·37	0·35	0·36	0·33	0·30	0·28
— 2	·23*	·31	·33	·30	·31	·36	·38	·34	·31	·24*	·25	·31
— 3	·30	·35	·37	·30	·34	·35	·41	·38	·32	·26	·28	·32
— 4	·26	·30	·29	·32	·33	·29	·34	·37	·30*	·29	·26	·28
— 5	·28	·31	·34	·28*	·28*	·25*	·33*	·29*	·35	·26	·24*	·29
— 6	·27	·27*	·31	·31	·56	·67	·61	·39	·30	·27	·26	·27
— 7	·31	·34	·46	·93	**1·36**	**1·41**	**1·48**	**1·57**	·88	·41	·36	·25*
— 8	·23	·34	·74	·94	1·22	1·17	1·39	1·41	·97	·58	·30	·26
— 9	·42	·66	**·98**	**1·05**	0·99	0·93	1·20	1·45	**1·34**	**·91**	·60	·39
—10	·69	·76	·87	0·69	·72	·66	0·77	0·70	0·84	·80	**·90**	·63
—11	**·81**	**·79**	·73	·65	·66	·60	·65	·62	·74	·67	·75	**·65**
—12	·58	·54	·68	·57	·60	·57	·57	·58	·59	·54	·48	·51
12— 1hp.	·40	·53	·59	·48	·57	·52	·56	·44	·49	·37	·34	·30
— 2	·26	·34*	·48	·41	·52	·54	·54	·40	·42	·28*	·27*	·28*
— 3	·25*	·35	·42	·40	·45*	·47	·46*	·36*	·40*	·30	·30	·28
— 4	·36	·36	·39*	·37*	·50	·51	·49	·38	·42	·42	·45	·37
— 5	**·58**	·55	·50	·46	·51	·47*	·49	·47	·54	**·66**	**·63**	**·48**
— 6	·45	**·56**	·66	·59	·54	·55	·50	·63	**·93**	·61	·45	·36
— 7	·42	·46	**·73**	**·89**	**·95**	·84	·90	**1·20**	·88	·45	·40	·28
— 8	·33	·33	·47	·54	·77	**·88**	**1·03**	0·84	·52	·34	·31	·26
— 9	·35	·28	·48	·45	·65	·71	0·76	·59	·47	·31	·27	·30
—10	·32	·31	·33	·37	·42	·42	·55	·50	·38	·32	·26	·25
—11	·30	·30	·33	·32	·38	·44	·48	·41	·39	·27	·30	·30
—12	·23*	·33	·25*	·31	·32	·33	·43	·33	·38	·26	·32	·28
Mittel	0·37	0·42	0·50	0·51	0·60	0·60	0·65	0·63	0·56	0·42	0·39	0·34

Tabelle III.

Mittlere positive Änderung.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
12— 1h a.	0·30	0·41	0·32	0·32	0·36	0·30	0·31	0·29	0·30	0·30	0·27	0·30
— 2	·28	·45	·34	·39	·28	·34	·32	·45	·37	·31	·34	·35
— 3	·31	·43	·49	·25	·29	·31	·42	·38	·39	·26	·33	·38
— 4	·28	·40	·41	·29	·29	·36	·38	·38	·39	·31	·27	·31
— 5	·27	·29	·33	·32	·33	·26	·37	·35	·43	·35	·27	·37
— 6	·32	·30	·45	·34	·63	·74	·67	·46	·38	·32	·30	·37
— 7	·35	·42	·60	·99	**1·44**	**1·50**	**1·55**	**1·58**	·74	·42	·41	·26
— 8	·34	·41	·81	1·00	1·27	1·25	1·44	1·43	·99	·61	·36	·37
— 9	·51	·71	**1·04**	**1·10**	1·06	0·99	1·20	1·49	**1·39**	**·94**	·67	·45
—10	·76	·83	0·93	0·79	0·80	·74	0·93	1·02	0·88	·88	**·95**	**·71**
—11	**·85**	**·84**	·83	·73	·78	·69	·71	0·59	·81	·73	·81	·70
—12	·66	·59	·71	·59	·62	·63	·57	·59	·57	·61	·53	·56
12— 1h p.	·48	·54	·61	·51	·59	·57	·55	·46	·50	·39	·38	·37
— 2	·30	·38	·54	·51	·57	·57	·51	·42	·44	·36	·27	·31
— 3	·23	·37	·38	·40	·46	·43	·47	·42	·49	·28	·25	·22
— 4	·22*	·31	·39	·38	·45	·51	·48	·48	·48	·35	·22	·29
— 5	·30	·34	·40	·33	·42	·39	·55	·28	·40	·27	·69	·58
— 6	·28	·37	·40	·40	·49	·49	·41	·40	·21*	·32	·21*	·21*
— 7	·32	·32	·43	·17*	·13*	·16*	·30	·18*	·73	·18*	·28	·22
— 8	·51	·34	·47	·46	·20	·67	·24*	·35	·33	·22	·30	·24
— 9	·34	·30	·47	·42	·25	·51	·41	·26	·26	·29	·26	·34
—10	·44	·21*	·29	·28	·35	·32	·55	·21	·32	·31	·27	·30
—11	·27	·34	·31	·33	·32	·39	·43	·28	·31	·30	·32	·31
—12	·26	·37	·27*	·31	·22	·26	·47	·31	·34	·26	·29	·34
Mittel	0·38	0·43	0·51	0·48	0·53	0·56	0·59	0·54	0·52	0·40	0·39	0·37

Tabelle IV.

Mittlere negative Änderung.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
12— 1h a.	0·34	0·41	0·43	0·56	0·42	0·50	0·43	0·44	0·43	0·42	0·40	0·38
— 2	·29	·35	·40	·33	·37	·44	·51	·36	·36	·28	·31	·35
— 3	·37	·43	·38	·40	·40	·40	·46	·45	·40	·31	·34	·37
— 4	·34	·32	·35	·41	·43	·36	·40	·45	·39	·37	·36	·34
— 5	·37	·39	·47	·33	·33	·41	·37	·35	·40	·36	·29	·38
— 6	·36	·34	·32	·42	·37	·36	·43	·37	·29	·32	·34	·33
— 7	·38	·37	·39	·53	·19	·46	·33	**1·26**	·19	·70	·49	·34
— 8	·28	·34	·29	·37	·65	·45	·78	0·50	·44	·54	·28	·27
— 9	·28	·41	·35	·60	·50	·51	**1·58**	·81	·78	·90	·23	·33
—10	**·41**	·37	**·84**	·48	**·67**	**·62**	·91	·61	**·80**	·31	**·64**	·38
—11	·33	·51	·46	·57	·53	·57	·74	·88	·63	**1·10**	·34	**·68**
—12	·35	·44	·70	**·62**	·67	·61	·73	·90	**·53**	0·42	·38	·55
12— 1h p.	·26	**·61**	**·84**	·52	·71	·55	·78	·57	·69	·56	·37	·33
— 2	·21	·37	·63	·45	·57	·62	·76	·53	·54	·33	·44	·33
— 3	·35	·43	·55	·58	·57	·54	·61	·42	·50	·39	·35	·36
— 4	·41	·41	·46	·47	·63	·66	·66	·48	·44	·51	·51	·41
— 5	**·63**	**·61**	·56	·50	·62	·56	·55	·54	·57	·70	**·67**	**·57**
— 6	·53	·59	·71	·63	·60	**·63**	·57	·66	·90	**·70**	·54	·48
— 7	·49	·53	**·80**	**·98**	**1·00**	·89	·94	**1·24**	**·92**	·56	·47	·37
— 8	·34	·37	·55	·58	0·85	**·91**	**1·07**	0·90	·58	·43	·41	·34
— 9	·45	·35	·52	·51	·70	·75	0·80	·64	·55	·36	·35	·38
—10	·38	·38	·40	·40	·49	·48	·60	·55	·44	·39	·34	·32
—11	·41	·36	·42	·38	·44	·54	·56	·47	·49	·33	·38	·39
—12	·30	·38	·32	·38	·43	·41	·50	·40	·48	·35	·45	·30
Mittel	0·37	0·42	0·51	0·50	0·55	0·55	0·67	0·62	0·53	0·49	0·40	0·39

Tabelle V.

Anzahl der positiven Änderungen.

5 Jahre.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
12— 1h a.	49	46	47	47	35	45	35	33	42	54	46	47
— 2	54	39	51	46	33	33	37	28	50	48	38	60
— 3	52	43	53	44	39	41	37	43	43	53	53	61
— 4	56	57	47	48	43	37	57	47	38	49	42	54
— 5	59	54	54	50	56	72	68	31	39	42	60	51
— 6	64	47	49	84	127	128	127	113	60	66	52	47
— 7	64	61	98	135	142	138	145	149	136	102	68	67
— 8	65	93	135	**137**	**145**	**138**	**145**	**149**	**144**	132	98	66
— 9	119	122	**142**	136	136	135	145	145	138	**140**	129	117
—10	133	**125**	131	112	112	106	117	114	133	136	**131**	128
—11	**143**	123	122	102	96	85	93	98	123	128	131	**135**
—12	128	112	112	91	97	96	104	98	106	123	118	131
12— 1h p.	114	98	96	84	95	88	94	98	90	92	99	99
— 2	99	71	87	77	90	89	96	91	75	73	72	68
— 3	35	45	54	66	68	56	67	63	37	31	34	26
— 4	18	25	32	44	53	51	46	33	25	17	16	18
— 5	13	14	20	37	34	34	36	25	9	9	11	21
— 6	26	16	12	8	15	25	19	9	4	14	18	34
— 7	24	23	13	13	6	5	5	6	10	22	24	33
— 8	28	34	20	14	9	6	7	10	19	25	24	38
— 9	37	42	22	17	12	8	9	9	22	25	41	44
—10	40	34	32	31	23	12	14	14	30	33	43	42
—11	50	37	34	37	29	24	27	24	21	49	48	48
—12	40	49	41	45	31	25	30	28	35	47	56	48
Mittel	63	59	63	63	64	62	65	61	60	63	61	62

Tabelle VI.

Anzahl der negativen Änderungen.

5 Jahre.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
12— 1h a.	84	76	89	76	100	90	106	101	94	83	85	78
— 2	72	78	86	80	107	99	94	107	79	85	80	76
— 3	81	73	86	86	102	101	102	95	84	84	70	71
— 4	79	62	77	85	89	82	79	88	77	80	77	75
— 5	71	70	73	77	74	49	66	93	93	73	68	74
— 6	57	67	80	43	16	14	20	21	71	66	67	75
— 7	63	66	34	11	10	10	8	6	8	31	52	62
— 8	52	29	12	9	6	8	9	6	6	15	32	58
— 9	18	13	10	9	14	13	8	9	9	12	12	25
—10	13	9	17	30	32	31	31	30	13	14	16	11
—11	6	15	26	40	50	53	48	42	21	16	15	11
—12	17	20	35	52	50	44	38	39	37	22	19	17
12— 1h p.	25	**34**	42	55	46	49	45	41	46	43	37	31
— 2	44	57	47	52	50	49	45	47	54	57	52	58
— 3	88	80	84	58	69	81	65	67	85	94	99	108
— 4	127	104	103	82	85	78	84	90	110	121	126	**127**
— 5	**133**	118	127	108	106	100	107	121	133	**142**	**133**	118
— 6	115	**120**	**139**	**135**	126	115	123	139	**144**	129	116	103
— 7	116	108	134	131	**145**	139	**147**	**148**	133	119	114	99
— 8	106	92	120	125	137	**140**	146	140	124	108	96	92
— 9	94	79	118	119	140	135	143	139	117	111	85	87
—10	92	96	101	105	118	121	129	135	108	102	82	81
—11	80	84	98	95	111	107	113	118	105	83	77	82
—12	82	74	87	84	101	104	109	105	96	84	71	84
Mittel	71	68	76	73	79	76	78	80	77	74	70	71

Tabelle VII.

Anzahl der Fälle ohne Änderungen.

5 Jahre.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
12— 1h a.	22	19	19	27	20	15	14	21	14	18	19	30
— 2	29	24	18	24	15	18	24	20	21	22	32	19
— 3	22	25	16	20	14	8	16	17	23	18	27	23
— 4	20	22	31	17	23	31	19	20	35	26	31	26
— 5	25	17	28	23	25	29	21	31	18	40	22	30
— 6	34	27	26	23	12	8	8	21	19	23	31	33
— 7	28	14	23	4	3	2	2	0	6	22	30	26
— 8	38	19	8	4	4	4	1	0	0	8	20	31
— 9	18	6	3	5	5	2	2	1	3	3	9	13
—10	9	7	7	8	11	13	7	11	4	5	3	16
—11	6	3	7	8	9	12	14	15	6	11	4	9
—12	10	9	8	7	8	10	13	18	7	10	13	7
12— 1h p.	16	9	17	11	14	13	16	16	14	20	14	25
— 2	12	13	21	21	15	12	14	17	21	25	26	29
— 3	32	16	17	26	18	13	23	25	28	30	17	21
— 4	10	12	20	24	17	21	25	32	15	17	8	10
— 5	9	9	8	5	15	16	12	9	8	4	6	16
— 6	14	5	4	7	14	10	13	7	2	12	16	18
— 7	15	10	8	6	4	6	3	1	7	14	12	23
— 8	21	15	15	11	9	4	2	5	7	22	30	25
— 9	24	20	15	14	3	7	3	7	11	19	24	24
—10	23	11	22	14	14	17	12	6	12	20	25	32
—11	25	20	23	18	15	19	15	13	24	23	25	25
—12	33	18	27	21	23	21	16	22	19	24	23	23
Mittel	21	15	16	15	13	13	12	14	14	18	19	22

Tabelle VIII.

Mittlere Maxima der Erwärmungen.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
12— 1h a.	1·02	1·16	0·88	1·02	0·82	0·90	0·88	0·72	0·74	0·74	0·66	0·70
— 2	0·88	1·56	0·92	1·16	0·76	0·72	0·70	0·82	0·98	0·74	0·62	0·84
— 3	0·76	1·30	1·60	0·70	0·66	0·88	0·84	0·94	1·14	0·66	0·76	1·32
— 4	0·74	1·44	1·48	0·66	0·86	0·90	1·06	1·32	0·96	0·72	0·58	0·94
— 5	0·68	0·78	0·84	0·84	1·06	0·68	1·04	0·70	0·92	0·74	0·78	1·02
— 6	0·98	0·68	1·38	1·00	1·66	1·72	1·42	1·22	1·18	0·86	0·78	1·14
— 7	1·54	1·14	1·50	**2·64**	**2·62**	**3·06**	**2·96**	**3·12**	**2·24**	1·16	1·56	0·70
— 8	1·02	1·10	1·96	2·38	2·36	2·64	2·74	2·38	2·00	1·64	1·10	1·34
— 9	1·42	1·82	**2·68**	2·28	2·28	2·20	2·68	2·82	**2·94**	1·98	2·04	1·52
—10	2·24	1·94	2·58	1·92	2·36	2·20	2·06	2·20	2·18	**2·60**	**2·38**	**1·76**
—11	**2·64**	**2·30**	2·16	1·86	1·94	2·02	1·68	1·60	2·04	1·76	1·86	1·64
—12	1·60	1·48	2·38	1·54	1·76	2·10	1·96	1·82	1·68	1·76	1·76	1·74
12— 1h p.	1·30	1·56	1·48	1·60	1·62	1·74	1·54	1·58	1·74	1·12	1·20	1·26
— 2	0·92	1·10	1·66	1·72	1·54	1·74	1·42	1·28	1·16	1·20	0·76	1·24
— 3	0·58	0·98	1·48	0·96	1·22	0·92	1·60	1·62	1·12	0·64	0·56	0·38*
— 4	0·48	0·62	0·82	1·04	1·22	1·38	1·52	1·18	1·66	0·56	0·34*	0·60
— 5	0·46*	0·60*	0·78	0·76	1·10	0·80	1·14	0·42	0·72	0·38	0·84	0·78
— 6	0·58	0·72	0·54*	0·44	1·02	1·08	0·88	0·62	0·26*	0·40	0·40	0·46
— 7	0·94	0·64	0·76	0·42*	0·16*	0·26*	0·32*	0·24*	1·44	0·34*	0·82	0·50
— 8	1·32	0·90	0·92	0·96	0·32	0·80	0·34	0·48	0·56	0·56	0·70	0·76
— 9	1·28	0·76	1·32	0·74	0·40	0·64	0·64	0·34	0·50	0·70	0·68	0·84
—10	1·22	0·48*	0·76	0·80	0·72	0·46	0·90	0·38	0·66	0·78	0·64	0·80
—11	0·70	0·82	0·72	0·84	0·64	0·84	0·90	0·56	0·54	0·84	0·94	0·78
—12	0·82	1·00	0·48	1·04	0·40	0·42	1·18	0·66	0·86	0·62	1·00	1·22
Mittel	1·09	1·12	1·34	1·22	1·23	1·30	1·35	1·21	1·26	0·95	0·99	1·01

Tabelle IX.

Mittlere Maxima der Erkaltungen.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
12— 1h a.	1·18	1·42	**2·20**	2·02	1·16	1·78	1·50	1·56	1·58	1·76	1·12	1·40
— 2	0·84	0·96	1·82	1·14	1·10	1·60	1·88	1·02	1·16	0·66	1·02	1·02
— 3	1·66	1·54	1·30	1·18	1·16	1·28	2·58	1·30	1·32	0·88	1·24	1·30
— 4	1·06	1·16	0·96	1·36	1·48	1·26	0·98	1·44	1·22	1·02	1·30	0·82
— 5	1·24	1·14	1·96	0·82	0·88	1·14	0·94	1·20	1·00	1·22	0·74	1·26
— 6	0·92	1·06	0·82	0·90	0·66	0·56*	0·98	0·76*	0·80	1·02	0·84	1·00
— 7	1·18	1·50	1·14	0·80	0·26*	0·62	0·44*	1·48	0·34*	1·86	1·44	0·86
— 8	0·72	0·72	0·62	0·48*	0·72	0·62	1·16	0·78	0·52	0·74	0·56	0·68
— 9	0·62	0·76	0·56*	0·70	1·08	0·92	1·90	1·24	1·64	1·54	0·32*	0·70
—10	0·68	0·50*	1·54	1·02	1·60	1·56	2·12	1·40	1·10	0·40*	1·54	0·66*
—11	0·48*	0·94	0·92	1·74	1·60	1·44	2·36	2·96	1·32	1·38	0·62	0·96
—12	0·64	0·98	1·62	1·94	1·64	2·26	1·70	2·78	1·92	0·92	0·96	0·70
12— 1h p.	0·60	1·60	**2·20**	1·60	2·36	1·72	**2·76**	1·96	1·60	1·42	1·16	0·62*
— 2	0·42*	1·28	1·90	1·26	2·22	2·44	2·70	1·52	1·92	0·94	1·50	0·80
— 3	1·26	1·24	1·92	1·56	2·22	1·60	1·74	1·56	2·38	1·82	0·90	1·46
— 4	1·14	1·32	1·54	1·44	2·00	**3·70**	2·68	2·22	2·08	**2·50**	1·24	1·18
— 5	**1·80**	**1·90**	1·72	1·98	2·02	2·66	2·20	1·98	2·22	1·72	**1·66**	**1·52**
— 6	1·50	1·58	1·64	1·84	1·78	2·46	1·36	**3·18**	**3·68**	1·90	1·32	1·38
— 7	1·44	1·28	1·90	**2·44**	2·18	2·16	**2·74**	2·88	1·98	1·58	1·50	1·00
— 8	1·00	1·02	**2·14**	1·84	2·06	1·86	2·66	2·58	1·86	1·42	1·14	1·16
— 9	1·38	1·02	1·46	1·26	**2·74**	2·06	2·04	1·48	2·00	1·12	1·08	1·24
—10	1·12	0·82	1·12	1·08	1·32	1·46	2·06	1·70	1·22	1·04	1·14	0·78
—11	1·14	1·16	1·22	1·02	1·28	1·56	1·32	1·12	1·44	0·94	1·28	1·06
—12	1·08	1·26	0·74	1·20	1·18	1·58	2·40	1·18	2·32	1·10	**1·66**	1·04
Mittel	1·05	1·17	1·46	1·36	1·53	1·68	1·88	1·72	1·61	1·29	1·14	1·03

Tabelle X.

Absolute Maxima der Erwärmungen.

5 Jahre.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
12— 1h a.	1·6	1·5	1·1	2·0	1·6	1·4	1·2	1·1	1·0	1·0	0·8	1·1
— 2	1·4	2·2	1·4	2·8	1·2	1·1	1·0	1·3	1·4	0·9	0·9	1·3
— 3	1·0	2·0	2·7	1·2	1·1	1·9	1·6	1·4	1·7	1·0	1·3	2·8
— 4	1·8	3·2	2·8	1·0	1·5	1·5	1·7	1·9	1·2	1·0	0·7	1·8
— 5	0·9	1·3	1·3	1·2	1·4	1·0	1·9	1·0	1·0	1·2	1·2	1·6
— 6	1·6	1·2	3·8	1·3	2·1	2·0	1·8	1·8	2·5	1·5	1·0	2·0
— 7	3·9	1·8	1·9	**3·3**	**3·2**	**3·9**	3·2	**3·5**	2·9	1·8	**3·0**	0·9
— 8	1·5	1·5	2·7	2·9	2·6	3·0	3·3	2·5	2·5	1·9	1·5	1·9
— 9	1·9	2·2	**4·2**	2·7	2·8	2·5	**4·0**	3·4	3·6	2·1	2·5	2·0
—10	2·6	2·3	3·4	2·7	3·0	2·8	2·7	3·0	**4·1**	2·4	**3·0**	2·2
—11	3·2	**3·6**	3·3	2·1	2·9	2·4	2·3	1·9	2·3	2·3	2·3	1·8
—12	1·9	1·8	2·8	2·0	2·7	2·9	2·5	2·6	2·6	**2·6**	2·7	**3·0**
12— 1h p.	1·7	3·1	2·6	3·1	1·9	2·6	2·0	3·0	2·4	2·1	1·7	1·8
— 2	1·5	1·6	2·7	2·1	1·9	2·6	1·9	1·7	1·5	2·2	1·2	2·8
— 3	1·1	1·6	2·0	1·3	1·5	1·1	2·7	2·5	1·9	1·1	1·2	0·6*
— 4	1·0	0·7*	1·2	1·7	2·7	1·9	2·8	2·4	3·9	1·0	0·6*	1·1
— 5	0·7*	2·3	1·0	1·0	1·4	1·0	1·7	0·8	2·3	0·9	1·9	1·9
— 6	1·4	1·6	0·8*	0·9*	1·9	1·8	1·9	1·6	0·6*	0·6*	0·8	0·7
— 7	1·8	1·0	1·7	1·3	0·3*	0·7*	0·6*	0·5*	3·9	0·8	1·8	0·7
— 8	**4·2**	2·1	2·8	1·8	0·6	1·7	0·7	0·9	1·0	1·2	0·9	1·3
— 9	3·5	1·2	3·9	1·3	0·9	1·4	1·1	0·8	0·9	0·9	1·2	1·0
—10	2·3	0·8	1·9	1·7	0·9	0·7	1·4	0·8	1·0	1·7	1·2	1·5
—11	1·2	1·1	1·2	1·3	0·8	1·7	1·3	0·9	0·9	1·0	2·5	1·1
—12	1·7	1·9	0·7*	2·3	0·5	0·6*	1·9	1·0	1·5	1·1	1·8	2·8
Maximum	4·2	3·6	4·2	3·3	3·2	3·9	4·0	3·5	4·1	2·6	3·0	3·0

Tabelle XI.

Absolute Maxima der Erkaltungen.

5 Jahre.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
12— 1h a.	1·6	2·3	**6·1**	**4·9**	1·8	2·6	2·3	3·0	3·9	3·2	1·5	2·0
— 2	1·4	1·7	2·6	2·1	1·3	2·1	3·0	1·5	2·4	0·9	1·5	1·3
— 3	2·6	3·1	1·6	1·5	1·8	1·7	**6·4**	1·9	1·8	1·1	2·1	2·5
— 4	1·4	1·4	1·8	1·8	2·3	1·9	1·6	2·1	2·0	1·2	2·4	1·1
— 5	2·7	1·4	4·3	1·1	1·2	1·6	1·2*	1·6	1·3	2·1	1·0	1·5
— 6	1·1	1·8	1·0	1·3	1·2	0·9*	1·7	1·4	1·3	1·7	1·1	1·4
— 7	**2·8**	**3·8**	2·3	1·3	0·7*	1·4	1·3	4·0	1·1*	3·5	2·6	1·2
— 8	1·3	1·5	1·3	1·0*	2·0	1·2	2·9	1·9	1·3	1·7	0·9	1·0
— 9	1·6	2·2	1·5	1·9	2·9	1·9	2·9	3·0	4·2	4·0	0·5*	1·3
—10	2·1	0·7*	3·1	2·2	3·4	2·5	4·6	2·7	1·8	0·6*	2·8	1·1
—11	1·9	2·0	1·2	3·3	2·5	2·0	3·2	5·7	1·9	4·0	1·2	1·4
—12	1·1	1·8	2·5	3·3	2·3	3·5	2·6	**6·5**	3·1	2·0	2·5	1·6
12— 1h p.	1·0	3·5	2·8	2·4	3·6	2·8	4·1	4·9	3·0	2·2	1·7	0·8*
— 2	0·7*	1·6	2·1	2·0	3·7	4·4	5·6	2·3	4·1	1·2	3·1	1·4
— 3	2·2	1·6	3·4	2·5	3·0	3·2	2·1	2·9	4·9	2·7	1·4	**3·3**
— 4	1·5	2·1	2·2	2·1	2·9	**9·7**	5·1	5·0	5·0	**6·7**	1·4	1·7
— 5	2·5	2·9	3·3	2·9	2·8	5·3	4·5	3·8	4·4	2·2	2·4	1·9
— 6	1·7	2·0	2·1	2·6	2·6	4·1	1·8	6·0	**8·5**	2·4	1·8	1·9
— 7	2·0	1·5	3·0	2·9	2·7	2·7	6·0	5·5	2·4	3·1	3·1	1·2
— 8	1·3	1·6	4·5	3·0	3·2	2·0	3·3	4·9	3·3	1·9	1·5	2·0
— 9	2·0	1·3	2·1	1·7	**6·9**	4·1	3·2	1·8	4·5	1·7	1·7	1·6
—10	1·3	0·9	2·0	1·3	1·5	2·5	3·2	3·0	1·5	1·4	2·2	1·2
—11	1·4	1·7	1·7	1·5	1·8	2·8	2·0	1·3*	2·8	2·0	1·7	1·3
—12	1·8	1·6	0·9*	1·4	1·4	3·1	4·0	2·0	4·3	2·0	**3·2**	1·7
Maximum	2·8	3·8	6·1	4·9	6·9	9·7	6·4	6·5	8·5	6·7	3·2	3·3

Tabelle XII.

Täglicher Gang der Temperatur.

10 Beobachtungsjahre, 1903—1912.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1h a.	2·84	4·30	7·39	9·98	14·77	18·18	20·39	20·33	16·59	13·17	8·63	6·37
2	2·82	4·24	7·30	9·87	14·58	18·00	20·18	20·16	16·48	13·10	8·55	6·33
3	2·72	4·16	7·21	9·70	14·39	17·78	19·99	19·97	16·28	13·02	8·51	6·30
4	2·64	4·13	7·15	9·58	14·20	17·65	19·86	19·83	16·19	12·92	8·42	6·25
5	2·57	4·08	7·03	9·50*	14·15*	17·62*	19·83*	19·74*	16·07	12·83	8·35	6·22
6	2·58	4·03*	6·99*	9·57	14·56	18·24	20·28	19·96	16·05*	12·79*	8·31*	6·20
7	2·56*	4·03	7·24	10·44	15·83	19·56	21·59	21·21	16·76	12·96	8·32	6·18*
8	2·61	4·25	7·82	11·36	16·92	20·60	22·79	22·41	17·67	13·44	8·53	6·23
9	2·97	4·82	8·74	12·33	17·87	21·55	23·92	23·71	18·95	14·34	9·12	6·51
10	3·58	5·51	9·46	12·80	18·40	22·10	24·48	24·27	19·71	15·11	9·87	7·06
11	4·33	6·20	10·02	13·17	18·72	22·34	24·79	24·52	20·23	15·71	10·53	7·60
12	4·80	6·61	10·34	13·41	18·90	22·58	25·05	24·79	20·51	16·13	10·87	7·96
1h p.	5·08	6·82	10·54	13·58	19·09	22·72	25·19	24·95	20·66	16·25	**11·05**	**8·12**
2	**5·18**	**6·89**	**10·63**	**13·67**	**19·21**	**22·80**	**25·30**	**25·06**	**20·68**	**16·26**	11·04	8·11
3	5·05	6·82	10·52	13·60	19·15	22·68	25·25	24·97	20·54	16·06	10·84	7·93
4	4·74	6·58	10·31	13·39	18·95	22·53	25·05	24·76	20·29	15·72	10·45	7·63
5	4·22	6·10	9·89	13·09	18·61	22·31	24·76	24·35	19·80	15·09	9·87	7·23
6	3·89	5·64	9·29	12·55	18·15	21·87	24·31	23·81	19·01	14·52	9·50	7·00
7	3·61	5·29	8·70	11·73	17·22	21·03	23·38	22·72	18 23	14·08	9·21	6·81
8	3·47	5·07	8·38	11·29	16·54	20·17	22·45	21·97	17·80	13·82	9·02	6·66
9	3·29	4·91	8·09	10·92	15·97	19·51	21·74	21·47	17·37	13·58	8·88	6·55
10	3·16	4·73	7·90	10·67	15·63	19·09	21·29	21·04	17·13	13·41	8·77	6·43
11	3·03	4·60	7·73	10·47	15·36	18·73	20·96	20·72	16·85	13·30	8·71	6·34
12	2·94	4·55	7·61	10·32	15·15	18·45	20·66	20·50	16·65	13·20	8·59	6·29
Mittel	3·53	5·18	8·59	11·54	16·76	20·34	22·64	22·38	18·19	14·20	9·33	6·85

Tabelle XIII.

Ordinaten der täglichen Gangkurven, abgeleitet aus den korrigierten stündlichen Mitteln der Temperatur.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1h a.	−0·70	−0·81	−1·16	−1·50	−1·90	−2·13	−2·22	−2·09	−1·66	−1·07	−0·78	−0·56
2	−0·72	−0·87	−1·26	−1·61	−2·10	−2·31	−2·43	−2·25	−1·77	−1·13	−0·86	−0·60
3	−0·81	−0·96	−1·35	−1·79	−2·29	−2·54	−2·63	−2·44	−1·96	−1·21	−0·89	−0·62
4	−0·89	−1·00	−1·41	−1·91	−2·49	−2·67	−2·76	−2·58	−2·05	−1·31	−0·97	−0·66
5	−0·96	−1·05	−1·54	−2·00*	−2·55*	−2·70*	−2·79*	−2·66*	−2·16	−1·39	−1·03	−0·68
6	−0·95	−1·11	−1·58*	−1·94	−2·15	−2·08	−2·34	−2·44	−2·17*	−1·43*	−1·07*	−0·70
7	−0·97*	−1·12*	−1·33	−1·07	−0·89	−0·77	−1·04	−1·19	−1·46	−1·26	−1·05	−0·71*
8	−0·92	−0·91	−0·75	−0·16	0·20	0·27	0·16	0·01	−0·54	−0·78	−0·83	−0·65
9	−0·56	−0·34	0·16	0·81	1·14	1·22	1·29	1·32	0·74	0·13	−0·23	−0·36
10	0·05	0·34	0·88	1·27	1·66	1·77	1·85	1·88	1·51	0·90	0·52	0·19
11	0·80	1·02	1·44	1·63	1·97	2·00	2·15	2·13	2·04	1·50	1·19	0·74
12	1·27	1·43	1·75	1·87	2·14	2·24	2·41	2·41	2·32	1·93	1·54	1·11
1h p.	1·55	1·64	1·94	2·04	2·32	2·38	2·55	2·58	2·47	2·06	**1·73**	**1·28**
2	**1·65**	**1·70**	**2·03**	**2·12**	**2·43**	**2·45**	**2·65**	**2·69**	**2·50**	**2·07**	**1·73**	**1·28**
3	1·52	1·62	1·92	2·04	2·36	2·33	2·60	2·60	2·37	1·87	1·53	1·10
4	1·21	1·38	1·70	1·83	2·15	2·18	2·40	2·40	2·12	1·54	1·15	0·81
5	0·69	0·89	1·28	1·52	1·81	1·96	2·11	1·99	1·64	0·91	0·58	0·42
6	0·36	0·42	0·68	0·98	1·34	1·51	1·65	1·45	0·85	0·34	0·22	0·20
7	0·08	0·06	0·09	0·15	0·40	0·67	0·72	0·36	0·08	−0·10	−0·07	0·01
8	−0·06	−0·16	−0·24	−0·30	−0·29	−0·19	−0·21	−0·38	−0·34	−0·35	−0·25	−0·13
9	−0·24	−0·33	−0·53	−0·67	−0·87	−0·85	−0·92	−0·88	−0·77	−0·59	−0·38	−0·23
10	−0·37	−0·52	−0·72	−0·93	−1·21	−1·28	−1·38	−1·31	−1·00	−0·76	−0·48	−0·34
11	−0·49	−0·65	−0·90	−1·13	−1·49	−1·64	−1·71	−1·62	−1·28	−0·86	−0·54	−0·43
12	−0·58	−0·71	−1·02	−1·29	−1·71	−1·92	−2·01	−1·84	−1·47	−0·96	−0·65	−0·47
Mittlere Ordinate	0·77	0·88	1·15	1·36	1·66	1·75	1·87	1·81	1·55	1·10	0·84	0·60

Tabelle XIV.

Täglicher Gang der Temperatur nach Ausscheidung der unperiodischen Änderungen.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
1h a.	4·50	10·78	19·64	12·74	11·91
2	4·46	10·64	19·46	12·65	11·80
3	4·39	10·49	19·25	12·55	11·67
4	4·34	10·36	19·12	12·46	11·57
5	4·29	10·27*	19·07*	12·38	11·50*
6	4·27	10·41	19·50	12·35*	11·63
7	4·25*	11·20	20·79	12·65	12·22
8	4·36	12·06	21·93	13·19	12·89
9	4·77	13·00	23·06	14·12	13·74
10	5·38	13·57	23·62	14·88	14·36
11	6·04	13·98	23·88	15·48	14·85
12	6·46	14·22	24·14	15·84	15·16
1h p.	6·68	14·40	24·29	15·99	15·34
2	**6·73**	**14·49**	**24·38**	**16·01**	**15·40**
3	6·60	14·40	24·30	15·83	15·28
4	6·32	14·19	24·11	15·51	15·03
5	5·85	13·83	23·81	14·95	14·61
6	5·51	13·30	23·32	14·38	14·13
7	5·24	12·51	22·37	13·88	13·50
8	5·07	12·02	21·53	13·59	13·05
9	4·92	11·61	20·90	13·33	12·69
10	4·78	11·34	20·46	13·16	12·44
11	4·66	11·12	20·13	13·01	12·23
12	4·60	10·96	19·86	12·88	12·08
Mittel	5·19	12·30	21·79	13·91	13·30

Tabelle XV.

Differenzen zwischen den Ordinaten der täglichen Gangkurven des alten und neuen Observatoriums.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1h a.	−0·17	−0·20	−0·21	−0·38	−0·55	−0·61	−0·86*	−0·40	−0·27	−0·18	−0·11	−0·10
2	−0·24	−0·23	−0·24	−0·40	−0·54	−0·60	−0·85	−0·40	−0·31	−0·22	−0·06	−0·12
3	−0·20	−0·22	−0·27*	−0·32	−0·56*	−0·55	−0·83	−0·39	−0·29	−0·23*	−0·09	−0·10
4	−0·19	−0·30*	−0·27	−0·32	−0·45	−0·61	−0·79	−0·43	−0·33	−0·23	−0·04	−0·12
5	−0·19	−0·29	−0·25	−0·26	−0·32	−0·23	−0·63	−0·31	−0·39	−0·18	−0·04	−0·11
6	−0·18	−0·23	−0·14	0·06	0·51	0·49	0·50	0·24	−0·31	−0·10	−0·04	−0·11
7	−0·03	−0·06	0·30	0·68	**0·80**	0·70	0·92	0·64	0·46	0·24	0·11	−0·05
8	0·21	0·18	**0·57**	**0·71**	0·69	**0·73**	**1·16**	**0·88**	**0·73**	**0·58**	**0·29**	0·10
9	0·33	**0·31**	0·39	0·48	0·48	0·56	0·98	0·58	0·47	0·51	0·24	**0·10**
10	**0·34**	0·27	0·19	0·44	0·25	0·48	0·83	0·62	0·35	0·32	0·06	0·06*
11	0·19	0·06*	0·02*	0·17	0·20	0·61	0·56	0·34	0·08*	0·12	−0·06*	0·07
12	0·18*	0·12	0·04	0·14	0·19*	0·30*	0·25	0·18	0·13	0·01*	0·04	0·17
1h p.	0·22	0·13	0·06	0·03*	0·22	0·32	0·23*	0·11*	0·16	0·08	0·05	0·22
2	**0·25**	0·22	0·07	0·07	0·22	0·46	0·24	0·15	0·19	0·08	0·02	0·27
3	0·23	**0·33**	0·27	0·36	0·46	**0·63**	0·52	0·38	**0·53**	**0·21**	**0·10**	**0·28**
4	0·18	0·24	**0·29**	**0·37**	**0·47**	0·52	**0·57**	**0·38**	0·52	0·13	0·03	0·16
5	0·12	0·18	0·16	0·15	0·28	0·19	0·38	0·18	0·26	0·03	−0·01	0·06
6	−0·06	0·06	0·03	−0·01	−0·01	−0·10	0·05	−0·09	0·02	−0·20	−0·06	−0·03
7	−0·04	0·04	−0·02	−0·10	−0·03	−0·17	−0·07	−0·21	−0·18	−0·16	−0·05	−0·08
8	−0·18	−0·04	−0·12	−0·26	−0·36	−0·48	−0·50	−0·47	−0·38	−0·17	−0·07	−0·08
9	−0·25*	−0·14	−0·18	−0·28	−0·42	−0·59	−0·65	−0·68*	−0·41	−0·18	−0·09	−0·10
10	−0·20	−0·12	−0·25	−0·37	−0·54	−0·65	−0·68	−0·57	−0·46*	−0·17	−0·14	−0·12
11	−0·17	−0·15	−0·21	−0·43	−0·53	−0·65*	−0·75	−0·49	−0·32	−0·19	−0·16*	−0·09
12	−0·16	−0·20	−0·25	−0·43*	−0·53	−0·63	−0·75	−0·50	−0·31	−0·20	−0·14	−0·17*
Mittlere Ordinate	0·13	0·14	0·13	0·21	0·29	0·38	0·49	0·31	0·24	0·11	0·03	0·09

ÜBER DIE ÄUSZERE KÖRPERGESTALT EINES FETUS VON ELEPHAS MAXIMUS (= INDICUS) L., NEBST VERGLEICHENDEN BETRACHTUNGEN ÜBER SEIN INTEGUMENT, INSBESONDERE ÜBER DIE BEHAARUNG

VON

KARL TOLDT JUN.

Mit 5 Tafeln

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 10. JULI 1913.

Am Morgen des 23. Juli 1911 verendete in der kaiserlichen Menagerie zu Schönbrunn ein aus Siam stammendes Elephantenweibchen, welches einen 56·5 *cm* langen, normal gebildeten Fetus enthielt. Dieser war zur Zeit der Sektion des Muttertieres, welche einige Stunden nach dessen Tod erfolgte, bereits abgestorben. Er wurde sofort durch die Nabelgefäße mit zweiprozentigem Formalin injiziert und in solches gelegt. Nach mehrmaligem Wechseln des Formalins wurde dieses im Herbst durch 50-, beziehungsweise 75prozentigen Alkohol ersetzt. Da dieser Fetus für anatomische Zwecke besonders wertvoll erschien, wurde er auf Ersuchen des Herrn Professors F. Hochstetter dem II. anatomischen Universitätsinstitut in Wien zur monographischen Bearbeitung überlassen. Zuvor erwies es sich angezeigt, die allgemeinen äußeren Verhältnisse genau zu untersuchen und in Abbildungen festzulegen. Diese mir übertragene Bearbeitung, zu welcher mir auch einiges Alkoholmaterial vom Muttertier sowie von einem gleichfalls von diesem stammenden Neugebornen zur Verfügung stand, ergab insbesondere bezüglich des Integumentes manches Interessante. Eine eingehendere Behandlung erfuhr die Oberflächenbeschaffenheit und die Färbung der Haut[1] sowie die in mehrfacher Hinsicht beachtenswerte Topographie des an den einzelnen Körperstellen verschieden zeitlichen Erscheinens der ersten Behaarung, welches, wie es sich in neuerer Zeit gezeigt hat, bei den einzelnen Säugetierarten ein sehr verschiedenartiges ist und hier in Kürze vergleichend besprochen wird.

Wo es angezeigt erschien, wurden an der Hand der Literatur oder nach eigenen Beobachtungen die Verhältnisse bei anderen Haararmen verglichen, so insbesondere bei den Nashörnern und Flußpferden

[1] Über die Färbung, beziehungsweise Zeichnung der behaarten Haut der Säugetiere befindet sich eine Abhandlung in Druck, die demnächst in den »Zoologischen Jahrbüchern« erscheinen wird [Toldt (*d*)].

sowie bei den den Elefanten verwandtschaftlich nahestehenden Sirenen. Ferner ergab sich die Gelegenheit, zwei Feten von *Procavia* (*Hyrax*) zu besprechen, einer Gattung, welche bekanntlich gleichfalls mit den Elefanten mehrfach in Beziehung gebracht wird.

Die Untersuchungen über den feineren Bau des Integumentes sowie über die andern Organsysteme dieses Elefantenfetus werden unter der Ägide des Herrn Professors Hochstetter von andern Forschern vorgenommen und einzelne Kapitel darüber nach jeweiligem Abschlusse veröffentlicht werden.

Die vorliegende Abhandlung gliedert sich folgendermaßen:

1. Allgemeines. Über die Herkunft des Fetus nebst biologischen Bemerkungen über die indischen Elefanten in der kaiserlichen Menagerie zu Schönbrunn. — Über die bisher bekannten Elefantenfeten, über die wissenschaftliche Bedeutung ihrer äußerlichen Untersuchung und über die Altersbestimmung von Elefantenfeten.

2. Allgemeine Beschaffenheit der Haut. Die Hautoberfläche. — Die Hautfärbung.

3. Besprechung einzelner Körpergegenden exklusive ihrer Behaarung. Der Rüssel. — Die Umgebung der Mundöffnung und ihre Beziehung zur Rüsselbasis. — Die Augengegend. — Die Schläfedrüse. — Die Ohrmuschel. — Die Milchdrüsen. — Die äußeren Geschlechtsteile. — Die Mittelfleischgegend. — Der Schwanz. — Die Extremitäten. — Körpermaße.

4. Über die Topographie des ersten Erscheinens der Haare bei den Säugetieren.

5. Bemerkungen über das Integument von Procaviafeten.

6. Über die Behaarung des Elefantenfetus. Über die bisherige Kenntnis von der Behaarung von Elefantenfeten. — Allgemeines über die Behaarung des Fetus. — Das Scheitel-Schläfengebiet. — Die Rumpfbehaarung. — Die Behaarung der Extremitäten. — Die Behaarung der Mittelfleischgegend. — Die Behaarung des Schwanzes. — Die Behaarung der Umgebung der Mundöffnung mit Einschluß des Rüssels. — Die Behaarung der Augengegend. — Das Haarbüschel an der Schläfedrüse. — Die Behaarung des äußeren Ohres. — Die Pili submentales nebst Bemerkungen über das Verhältnis der Spürhaare zu den asinuösen Haaren im allgemeinen.

7. Zusammenfassung.

Im Laufe dieser Bearbeitung mußte ich die Freundlichkeit einer Reihe von Fachkollegen in Anspruch nehmen. Vor allem habe ich Herrn Professor F. Hochstetter, in dessen Institut ich die Untersuchung vornahm, und Herrn Dozenten Dr. C. Elze (jetzt in Heidelberg) für ihre vielfache Unterstützung zu danken. Ferner erhielt ich in entgegenkommendster Weise Auskünfte von den p. t. Herren R. Anthony (Paris), J. E. V. Boas (Kopenhagen), A. Brauer (Berlin), R. H. Burne (London), L. Freund (Prag), F. Keibel (Freiburg i. Br.), A. Keith (London), E. Lönnberg (Stockholm), H. Meerwarth (Braunschweig), W. G. Ruppricht (Wien), S. v. Schumacher (Wien), O. Thomas (London), E. L. Trouessart (Paris) und H. Winge (Kopenhagen); auch ihnen nochmals meinen verbindlichsten Dank! Desgleichen sei in Dankbarkeit Herr A. Kraus, Inspektor der kaiserlichen Menagerie in Schönbrunn, erwähnt, welcher in umsichtiger Weise die Vorkehrungen zur Sektion des Muttertieres traf, die von den Herren Dr. C. Elze, Dr. H. Sicher, von mir und von Präparatoren des Wiener Hofmuseums vorgenommen wurde. Auch der löblichen Redaktion des »Illustrierten Wiener Extrablatt« bin ich für eine freundlichst erteilte Auskunft zu Dank verpflichtet.

1. Allgemeines.

Über die Herkunft des Fetus nebst biologischen Bemerkungen über die indischen Elefanten in der kaiserlichen Menagerie zu Schönbrunn.

Zunächst einige Angaben über die Herkunft des Fetus, welche ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Inspektors A. Kraus und des Herrn Adjunkten K. Müller verdanke. Das Muttertier kam am 10. Juni 1898 von Bangkok als Geschenk Seiner Majestät des Königs von Siam in die kais. Menagerie zu Schönbrunn; es war zur Zeit der Ankunft zirka fünf Jahre alt, sehr gut entwickelt und allem Anscheine nach gesund. Am 30. Juni 1910 gebar es ein weibliches Junges, das jedoch gleich nach der Geburt einging, da der Nabelstrang zu kurz abriß. Die Trächtigkeitsdauer war in diesem Falle nicht zu ermitteln. Im September des gleichen Jahres fanden neuerlich Kopulationen statt, und zwar im Verlaufe von ungefähr drei Tagen zirka 15. Nach einiger Zeit kränkelte das Weibchen und verendete am 23. Juli 1911, und zwar, wie die Sektion ergab, an chronischer Magen- und Darmentzündung mit veralteten und neuen Geschwürbildungen. Das Tier war also zur Zeit des Todes zirka 18 Jahre alt[1] und der Fetus befand sich im 11. Monate. — Der Vater, »Pepi« mit Namen, war am 18. Mai 1896 aus Bombay eingelangt und zur Zeit der Begattungen, von denen unser Fetus herrührt, gegen 20 Jahre alt.

Von diesem Bullen stammte auch das eben erwähnte Neugeborne, sowie zwei weitere weibliche Nachkommen; diese wurden von einem heute zirka 26jährigen Elefantenweibchen, das gleichzeitig und vom selben Herkunftsorte wie der »Pepi« eintraf und »Mizi« genannt wird, in der Menagerie geboren, und zwar das »Mädi« am 14. Juli 1906 und die »Greti« am 1. Juni 1911. Beide, sowie die Eltern befinden sich gegenwärtig noch in der Menagerie und erfreuen sich des besten Wohlbefindens. Die Tragzeit betrug in dem einen Fall 21 Monate und einige Tage, im anderen genau 22 Monate. Nach Brehm fallen die meisten Geburten von indischen Elefanten in die Monate September bis November, ausnahmsweise in andere. In Schönbrunn fanden alle drei im Juni beziehungsweise Juli statt und auch der Fetus wäre vermutlich im Mai oder Juni zur Welt gekommen. Geburten, bei welchen bekanntlich auch einige Male Zwillinge beobachtet wurden, und eine erfolgreiche Aufzucht von Elefanten, wie auch von Nashörnern und Flußpferden, sind in Tiergärten bekanntlich noch immer ein seltenes Ereignis und das Mutterglück der »Mizi« in Schönbrunn dürfte bisher einzig dastehen. (Über derartige Verhältnisse sowie über die Lebensweise der Elefanten im allgemeinen siehe zum Beispiel Brehm's Tierleben, Mojsisovics, Bryden, Lydekker, Schiött, Tournier u. v. a.)

Über die bisher bekannten Elefantenfeten, über die wissenschaftliche Bedeutung ihrer äußerlichen Untersuchung und über die Altersbestimmung von Elefantenfeten.

Ein Elefantenembryo, beziehungsweise -fetus ist noch stets ein seltenes und für die Wissenschaft sehr wertvolles Objekt. Aus der wissenschaftlichen Literatur sind mir nur sechs Exemplare bekannt (vgl. nachstehende Tabelle); von diesen stammen zwei noch aus dem 18. Jahrhundert und befinden sich, wie auch einzelne der übrigen, in schlechtem Zustande. Außerdem habe ich noch drei andere in der Literatur bisher nicht speziell erwähnte Feten in Erfahrung gebracht, so daß sich die Zahl der mehr weniger vollständigen Exemplare nunmehr auf zehn beläuft (fünf indische, fünf afrikanische). Zweifellos gibt es noch eine Anzahl mir unbekannter Exemplare.

[1] Die Epiphysen der Röhrenknochen, der Wirbelkörper etc. waren bei diesem Individuum noch ganz frei.

Übersicht über die mir bekannten Elefantenfeten.

		Erscheinungsjahr und Umfang der Publikation	Autor	Aufbewahrungsort	Herkunft	Geschlecht	Scheitel-Steißlänge in *cm*	Altersschätzung nach dem Autor
1	Elephas maximus	1783 Ziemlich ausführliche Beschreibung mit Abbildungen	E. A. W. Zimmermann	Naturhistorisches Museum Braunschweig	Ceylon	Nach der wohl irrtümlichen Meinung des Autors ♂	36·7 (umgerechnet)	»etwa eine dreimonatliche Frucht«
2		1868 Kurze Notiz mit Abbildung	J. E. Gray	British Museum London	Ceylon	♂ [1]	der Abbildung nach 6·6	
3		1881 Ziemlich ausführlicher Bericht mit Abbildung	Turner	Anatomical Museum of the University of Edinburgh	?	♂	54·6 absolutes Maß (umgerechnet)	»only about a half grown foetus«
4		1913 Vorliegende Abhandlung	K. Toldt jun.	II. Anatomisches Institut Wien	Muttertier aus Siam	♀	56·5	11 Monate
5		Nicht publiziert [2]	Nach privater Mitteilung von H. Burne	Royal College of Surgeons of England London	?	♂	16	
6	Elephas africanus	1734 Kurzer Bericht mit Abbildung	A. Seba	Zoologisches Reichsmuseum Stockholm	Nach Lönnberg wahrscheinlich West-Afrika	wahrscheinlich ♀ [3]	der Abbildung nach 34·2	»certe nondum dimidium gestationis tempus«
7		1905 Kurzer Bericht mit Abbildung	E. Lönnberg	Zoologisches Reichsmuseum Stockholm	Kamerun (*E. cyclotis* Matschie)	♀ [3]	der Abbildung nach 23·3	
8		1910 Kurzer Bericht mit Abbildung	A. Brauer	Zoologisches Museum Berlin	Kamerun	♂ [4]	7·25	
9		Nicht publiziert; stammt aus alter Zeit	Nach privater Mitteilung von H. Winge	Zoologisches Museum Kopenhagen	?	♀	42·5	
10		In der populären Zeitschrift »L'Illustration«, Nr. 3590, p. 515, Paris, 1911, kurz erwähnt und abgebildet	coll. A. Durrieux	Siehe die Nachschrift p. 42 [300].	Kongo	?	17	

[1] Nach einer privaten Mitteilung von Herrn O. Thomas.

[2] Dieser Fetus befand sich wohl bereits unter den »Several foetusses of Indian Elephant«, welche nach einer Mitteilung von Flower (siehe bei Gray 1868) damals im angeführten Museum aufbewahrt waren. Außer diesem Fetus besitzt dasselbe, wie mir Herr H. Burne freundlichst mitteilte, gegenwärtig noch die vollständige Haut (in Alkohol) eines zweiten ♂ Fetus derselben Art (Scheitel-Steißlänge 46 *cm*), sowie verschiedene Körperteile von fünf anderen Elefantenfeten (darunter von zwei *E. africanus*).

[3] Nach einer privaten Mitteilung von Herrn E. Lönnberg.

[4] Nach einer privaten Mitteilung von Herrn A. Brauer.

Wenn man die Vertreter der einzelnen Arten zusammen betrachtet und die angegebenen Maße als einheitlich genommen voraussetzt, hat der kleinste eine Größe von 6·6*cm* Scheitel-Steißlänge. Von diesem an folgen die andern in mehr minder gleichmäßigen Abständen bis zum größten von 54·6*cm* (in diesem Falle die absolute Länge). Das Wiener Exemplar ist noch etwas größer als dieser, da bei ihm bereits die direkte Länge 56·5*cm* beträgt. Von da an bis zum Neugebornen, welches gegen 120*cm* erreicht, besteht noch eine ziemlich bedeutende Lücke.

Wie aus den zumeist nur ganz kurz gehaltenen Besprechungen hervorgeht, weist die äußere Gestalt bereits bei den kleinsten bekannten Embryonen vielfach bis in die Details den typischen Elefantencharakter auf. Man könnte daher glauben, daß eine eingehendere äußere Untersuchung der Feten ziemlich zwecklos wäre. Abgesehen von ihrer Notwendigkeit als Vorarbeit für die anatomische Untersuchung hat jedoch bereits das bisherige Material einige interessante Ergebnisse geliefert und solche sind bei Vermehrung desselben noch weiterhin zu erwarten. So hebt z. B. Brauer (*a*) bei seinem zu den kleinsten gehörigen Embryo (Taf. III, Fig. 5) die noch schwache Verbindung der Zehen mit dem elastischen Polster zum Klumpfuße hervor. Ferner wären die Veränderungen der Form beziehungsweise der Proportionen einzelner Körperteile zu erwähnen; solche ergeben sich z. B. bezüglich der Form und der relativen Größe des Kopfes, wenn man die Abbildungen von Gray (Taf. III, Fig. 6) und Brauer mit jenen von größeren Exemplaren (Taf. I, Fig. 1) vergleicht (bei den ersteren stärker gewölbt und größer), oder hinsichtlich des Rüssels, welcher nach meinem Material im Laufe des Wachstums allmählich plumper wird (s. Tab. p. 17—20). Weiters sind die Artmerkmale bereits in sehr frühen Stadien ausgeprägt, was Lönnberg sogar in bezug auf die west- und ostafrikanische Art (vgl. Matschie) bemerkt hat.

Beachtenswert erscheint mir weiters die Beschaffenheit der Hautoberfläche, besonders hinsichtlich der Frage, in wie weit bereits bei den Feten gewisse Runzeln oder Furchen ausgebildet sind, welche hauptsächlich im späteren Leben des Tieres mit der Bewegbarkeit einzelner Körperteile, namentlich des Rüssels, in Zusammenhang stehen. Unser Fetus hat sich allerdings gewiß bereits lebhabt bewegt. Vgl. die inzwischen erschienene Abhandlung von R. Semon über die Fußsohle des Menschen.

Beim Wiener Exemplar erwies sich außerdem die Untersuchung des Behaarungszustandes von besonderem Interesse, so speziell das topographisch verschieden zeitliche Erscheinen der Haare sowie die Verteilung der einzelnen Sorten derselben (siehe zunächst das Übersichtsbild Taf. II, Fig. 2); dabei ergab sich für einzelne Körperteile, so besonders für die Umgebung der Mundöffnung inklusive des Rüssels, ein eigenes, wie es scheint spezifisch verschiedenes Behaarungssystem, welches beim Erwachsenen infolge seiner gewaltigen Größe und namentlich wegen der durch verschiedene mechanische Einflüsse meistens beträchtlichen Schadhaftigkeit der Behaarung viel weniger übersichtlich ist und bisher auch nicht recht erkannt wurde. Ferner zeigt sich nun, daß auch der Elefant Haargruppen besitzt, welche ihrer topographischen Lage nach zweifellos den bei verschiedenen Säugern vorkommenden und in letzter Zeit mehrfach erörterten Spürhaargruppen entsprechen, und zwar ein scharf umgrenztes submentales Büschel und eine Reihe von Supraorbitalhaaren. Beim Fetus sind diese Haargruppen wegen ihrer isolierten Stellung deutlich zu erkennen, während sie späterhin unter der übrigen Behaarung äußerlich nicht mehr besonders auffallen. Die in bezug auf die Verteilung der einzelnen Haarsorten charakteristische Behaarung der Umgebung der Mundöffnung beziehungsweise des Rüssels zeigt beim Fetus und beim Erwachsenen trotz des großen Unterschiedes in der Länge und Stärke ihrer Haare denselben Charakter. Das gleiche gilt vom Schwanze. Dagegen entspricht das frühe Auftreten der ersten Behaarung nicht durchwegs einer besonderen Mächtigkeit im späteren Alter. So ist die Behaarung an den Seiten des Bauches, welche beim Erwachsenen keineswegs auffallend ist, beim Fetus verhältnismäßig stark ausgebildet. Die genaue Kenntnis derartiger Verhältnisse erscheint beim Elefanten und anderen haararmen Tieren von besonderem Interesse.

Bezüglich der Altersbestimmung von Elefantenfeten hatte man bisher keine sicheren Anhaltspunkte; nur hinsichtlich der größeren wurden allgemeine Vermutungen ausgesprochen, von welchen, wie

es sich nun zeigt, einzelne ganz zutreffend waren. Unser 56·5*cm* großer Fetus ist — entsprechend dem erwiesenen Zeitraume von der Konzeption bis zum Tode des Muttertieres — ungefähr 11 Monate alt; da die Trächtigkeitsdauer bei den Elefanten allgemein mit 18 bis 22 Monaten angegeben wird,[1] welche Zeit für die Verhältnisse in der Menagerie zu Schönbrunn, wie wir gesehen haben, auf 21 bis 22 Monate zu fixieren ist, hat das Wiener Exemplar gerade die Hälfte der intrauterinen Entwicklungszeit durchlaufen. Die in der Literatur verzeichnete Angabe, daß die weiblichen Elefanten zu ihrer Entwicklung kürzere Zeit benötigen als die männlichen, dürfte nach den Erfahrungen in Schönbrunn nicht zutreffen, es sei denn, was jedoch unwahrscheinlich ist, daß die Tragzeit für männliche Feten unter den in Schönbrunn gegebenen Verhältnissen den allgemein angenommenen Tragzeiten gegenüber eine längere wäre.

Wenn man von allfälligen Schwankungen in der spezifischen und individuellen Größenentwicklung absieht, ist zunächst Seba's Annahme, daß sein 34·2*cm* großer Fetus noch nicht die Hälfte der intrauterinen Entwicklungszeit erreicht hatte, sicher richtig; dem Wiener Fetus nach könnte man ihn ungefähr auf 9 bis 10 Monate schätzen. Vollkommen zutreffend erscheint es ferner, daß Turner sein 54·6*cm* großes Exemplar als nur ungefähr halberwachsen bezeichnete. Dagegen hat Zimmermann seinen 36·7 *cm* großen Embryo mit 3 Monaten entschieden viel zu jung taxiert; er entspricht vielmehr ungefähr dem von Seba. Dieser Irrtum ist darauf zurückzuführen, daß Zimmermann als Trächtigkeitsdauer des Elefanten nur 9 Monate voraussetzte und deshalb die Bestimmung auf Grund eines Vergleiches mit dem Wachstum der menschlichen Frucht ausführte.

Die Berichterstatter über die kleineren Feten haben sich über deren Alter nicht ausgesprochen, Brauer speziell mit der zutreffenden Begründung, daß es ihm wegen unserer zu geringen Kenntnis der Entwicklung des Elefanten ziemlich zwecklos erscheine, über das Alter seines Embryos Vermutungen aufzustellen. Für so frühe Stadien bietet auch unser Fetus keine brauchbaren Anhaltspunkte.

Hinsichtlich der Verteilung der bisher bekannten Feten in bezug auf die Arten, auf das Geschlecht[2] etc., vgl. vorstehende Tabelle.

Nebenbei sei noch erwähnt, daß zyklopische Mißbildungen von Säugetierembryonen rüsselähnliche Bildungen aufweisen und so beim ersten Anblick für Elefantenembryonen gehalten werden können (vgl. Plate).

Bezüglich des Neugebornen finden sich wohl mehrfach Angaben über die Biologie und die äußere Erscheinung, jedoch bietet auch ein solcher noch ein sehr wertvolles wissenschaftliches Objekt.

Über fetales Material von Nashörnern und Flußpferden scheint noch weniger bekannt zu sein. An Nashornfeten fand ich beispielsweise nur einen von de Meijere und zwei von Brauer (*b* mit Abbildung) kurz erwähnt; ein weiterer, aus dem Wiener Hofmuseum, wird gelegentlich in der vorliegenden Abhandlung angeführt. Von Flußpferdfeten werden je einer von Daubenton (*b*) und Gray und zwei von Keibel (*a*) besprochen und abgebildet. Sicherlich findet sich in der Literatur noch die eine oder andere Angabe verstreut, desgleichen dürfte auch noch eine Anzahl von Exemplaren in verschiedenen Sammlungen aufbewahrt sein. Außer dem Fetus von Daubenton scheinen alle andern so klein zu sein, daß sie für das Studium der Behaarung noch nicht in Betracht kommen.

Über Feten von Sirenen und Walen liegen bekanntlich ausführliche Abhandlungen vor (siehe besonders Kükenthal, Japha u. a.).

---

[1] Beim Nashorn wird die Trächtigkeitsdauer bekanntlich im allgemeinen auf 17 bis 18, beim Flußpferd auf zirka 8 Monate geschätzt.

[2] Bei der Schwierigkeit, welche die Geschlechtsbestimmung bei Säugetierembryonen bekanntlich oft bietet, muß es dahingestellt bleiben, ob sie in allen Fällen zutrifft. Hier sei noch darauf hingewiesen, daß alle vier in Schönbrunn gezeugten Individuen Weibchen waren.

2. Allgemeine Beschaffenheit der Haut.

Die Hautoberfläche.

Die Haut ist — abgesehen von den stellenweise vorhandenen Härchen, an deren Austrittsstellen sie oft schwach trichterförmig eingesenkt ist — im Gegensatz zu jener des Erwachsenen im allgemeinen ziemlich glatt. Außer den bekannten starken Faltungs- beziehungsweise Knickungsfurchen (zum Beispiel an der Kehle, an der Achsel u. s. w.) finden sich an oder in der Nähe von beweglichen Körperteilen (am Rüssel und in der Umgebung der Schwanzwurzel) vielfach Furchen, welchen eine gewisse Regelmäßigkeit zukommt. Von solchen kann man hauptsächlich dreierlei Arten unterscheiden: mehr weniger tiefe Runzeln, glatte, deutlich vertiefte Furchen und zarte, kaum eingesenkte Linien. Viele von ihnen sind äußerlich oder an der Innenseite der Epidermis, beziehungsweise an der Oberfläche des Corium auch noch beim Neugebornen oder beim Erwachsenen in mehr weniger modifizierter Weise zu erkennen. Ausführlicheres hierüber findet sich bei der Besprechung des Rüssels; vgl. auch die der Glutealgegend.

Die Hautfärbung.

Die Haut ist größtenteils ziemlich intensiv dunkelbräunlichgrau. Am Vorderkopf und an der Vorderseite der Extremitäten (an den Füßen ringsum) ist sie etwas dunkler (mattschwarz). In verschiedenem Grade lichter sind die Kehle, der Bauch (gelblichgrau), die Unterfläche des Rüssels (bräunlichgrau), die mittlere Partie der Hinterfläche der Ohrmuschel (grau), sowie die Fußsohlen (matt gelblichgrau). Nach längerem Liegen in Alkohol wurde die Färbung allenthalben matter und nahm einen mehr graulichen Ton an.

Die matt gelblichweiße Mundschleimhaut und Zunge, sowie die grauweiße Nabelschnur und die gelblichweiße Innenfläche der großen Schamlippen heben sich von der dunkleren Färbung ihrer Umgebung scharf ab. Afterschleimhaut lichtgrau.

Die Hufe sind in ihrem oberen Abschnitt glänzend taubengrau und werden nach unten zu lichter (gelblichweiß).

Die pigmentierte Epidermis ist, wie bei dem 54·6 *cm* großen Turner'schen Exemplar, stellenweise abgefallen und die Haut sticht hier durch ihre gelblichweiße Färbung von der unversehrten dunklen Umgebung deutlich ab. Bei der Entnahme aus dem Uterus war unser Fetus, abgesehen von den Schleimhäuten der Mundhöhle etc., an der ganzen Körperoberfläche dunkel. Bekanntlich wird, ähnlich wie bei den Nashörnern und Flußpferden oft auch von »weißen« (lichten, beziehungsweise albinotischen) und scheckigen Elefanten gesprochen und auch Zimmermann glaubte, einen gefleckten Fetus vor sich zu haben. Beim Elefanten wie auch bei andern haararmen Säugetieren, den Cetaceen, Sirenen, Rhinocerotiden etc., ist die Hautfärbung vielfach relativ stark dunkel und beruht bekanntlich auf einer direkten Pigmentierung der Haut [s. Toldt *(d)*], d. h., das Pigment befindet sich in dieser selbst, und zwar in verschiedener, hier nicht näher zu erörternder Weise (vgl. insbesondere Weber, Kükenthal, Japha). Es sei nur erwähnt, daß beim vorliegenden Fetus das ziemlich dicht angeordnete, mehr weniger grobkörnige Pigment in allen, auch den oberen Schichten der mäßig dicken Epidermis vorhanden ist. Die Oberfläche der durchsichtig gemachten Haut erscheint deutlich wabenförmig genetzt (Taf. V, Fig. 12), da das Pigment in der Umgebung der ziemlich eng beisammenstehenden, am Rücken zirka 0·12 *mm* dicken Lederhautpapillen tiefer in die Haut eindringt und dichter erscheint; das gilt bekanntlich auch für andere Säugetiere. Die größere oder geringere Pigmenthaltigkeit des Follikelteiles der in Entwicklung begriffenen relativ spärlichen Haare (indirekte Hautpigmentierung) spielt hier bei der allgemeinen Hautfärbung keine wesentliche Rolle.

Zunächst sei die Frage erörtert, in welchem Zeitpunkt die Hautfärbung äußerlich auftritt und ob hierbei etwa eine bestimmte topographische Reihenfolge besteht. Diese Verhältnisse sind namentlich bei den dicht behaarten Säugetieren im allgemeinen noch wenig bekannt. Das ist in erster

Linie wohl darauf zurückzuführen, daß die Hautfärbung bei den meisten Säugern nicht so intensiv ist und vielfach nicht so früh auftreten dürfte, sowie, daß sie bald von der Behaarung verdeckt wird und dann zumeist in ihrer Gesamtheit nicht weiter beachtet wurde. Auch dürfte man sich bei der Betrachtung der Hautfärbung in diesen Stadien bisher vielfach nicht bewußt gewesen sein, ob beziehungsweise bis zu welchem Grade dieselbe jeweils durch die von einander unabhängige direkte oder indirekte Pigmentierung hervorgerufen wird. Inwieweit die Art des ersten Auftretens der Hautfärbung bei den Säugetieren konstant ist, bedarf gleichfalls noch eingehender Untersuchungen. Einiges hierüber findet sich in meiner vorhin erwähnten, in Druck befindlichen Abhandlung. Eine analoge Erscheinung zu diesen Verhältnissen bildet das topographisch verschieden zeitliche Auftreten der ersten Behaarung; diesbezüglich finden sich, wie ich später noch ausführen werde, bei den Säugetieren sehr verschiedene, aber innerhalb der einzelnen Arten annähernd konstante Verhältnisse. Ein dritter Umstand, welcher hier noch zum Vergleiche herangezogen werden könnte, ist das zeitliche Auftreten der neuen Haare beim Haarkleidwechsel; dasselbe erfolgt bei vielen Tieren topographisch ziemlich unregelmäßig (Fuchs, Maulwurf, Seehunde etc.).

Über die Hautfärbung der Elefantenfeten konnte ich folgendes ermitteln.

Der nur 7·25 *cm* große Berliner Embryo ist, wie mir Herr Professor Brauer gütigst mitteilte, ganz einfärbig grau, nicht dunkel, nicht scheckig. Das etwas kleinere Exemplar von Gray kann hier nicht zum Vergleich herangezogen werden, da es bereits lange Zeit in Alkohol liegt; es hat nach einer schriftlichen Äußerung von Herrn O. Thomas jetzt eine blaßgraue Färbung. Das gleiche gilt von dem Kopenhagener Exemplar, welches nach einer Zuschrift von Herrn A. Winge aus der alten »königlichen Kunstkammer« stammt und zur Zeit einfärbig hellgrau ist, ferner von den zwei Stücken (ganzes Tier und eine Haut) des Museums of the College of Surgeons, deren Haut, wie mir Herr R. H. Burne schrieb, »dirty yellow, probably unreliable thro'age« ist. Der 23·3 *cm* lange, von Lönnberg beschriebene Fetus war nach einer mir von diesem Forscher zugekommenen Mitteilung »wahrscheinlich von Anfang an ziemlich gleichmäßig dunkel«. Die pigmentierten Schichten der Epidermis sind jedoch fast allenthalben abgefallen, so daß der Embryo jetzt beinahe ganz hell und unpigmentiert erscheint. Das bereits im Jahre 1734 beschriebene, 34·2 *cm* große Seba'sche Exemplar dürfte der Abbildung nach dunkel gewesen sein.

Nun folgt der nur unbedeutend größere Zimmermann'sche Fetus. Wie mir Herr Direktor H. Meerwarth freundlichst mitteilte, läßt sich die von Zimmermann im Jahre 1783 erwähnte Fleckung heute nicht mehr feststellen[1]; die Gesamtfärbung ist jetzt »ein ziemlich gleichmäßiges Gelblichweiß«. Zimmermann hat speziell die Hautfärbung sehr genau erörtert und auch in der Abbildung wiedergegeben, so daß kein Zweifel besteht, daß der Embryo damals fleckig ausgesehen hat. Daß sich die Färbung seither, nach mehr als 100jährigem Liegen in Alkohol, verändert hat, ist ganz natürlich. Es fragt sich jedoch, inwieweit hierbei die Abblassung des Pigmentes oder etwa der nachträgliche Verlust der pigmentierten Epidermislagen eine Rolle gespielt hat. Daß auch die ursprüngliche Fleckung bereits auf einer teilweisen Schadhaftigkeit der Epidermis beruht haben könnte[2], hat Zimmermann selbst eingehend erwogen; er kam jedoch zur Ansicht, daß es sich hier um eine natürliche Fleckung handle. Bei dieser Annahme drängt sich die Frage auf, ob sich die Fleckung auch weiterhin annähernd in entsprechend gleichem Umfange erhalten hätte oder — da sonst noch kein gefleckter Elefantenfetus bekannt ist — ob die Pigmentierung in diesem Falle nur stellenweise früher aufgetreten ist, an den andern Stellen aber später noch nachgefolgt wäre, so daß sie allmählich doch, wie in unserem Falle, zu einer allseits gleichmäßigen geworden wäre.

Daß das Pigment in der Haut der (wildlebenden) Säugetiere nur stellenweise in merklicher Menge vorkommen kann, ist bekannt (zum Beispiel von manchen Affen, Cetaceen etc.). Auch am Rüssel des

---

[1] Auf der Etikette ist allerdings nicht direkt ersichtlich, daß das heute im Museum in Braunschweig befindliche Exemplar mit dem von Zimmermann beschriebenen identisch ist. Doch ist es jedenfalls schon seit sehr langer Zeit im Museum, als Herkunftsort ist Ceylon angegeben und auch die Körpergröße stimmt. Es erscheint somit wohl zweifellos, daß es sich um das gleiche Exemplar handelt.

[2] Auch bei erwachsenen Elefanten kommen mitunter lichte Flecke vor, welche auf einer Beschädigung der Hautoberfläche, zum Beispiel infolge von Reiben an Wänden, Bäumen etc., beruhen (Tennent).

Muttertieres unseres Fetus findet sich, wie ich später weiter ausführen werde, eine matte, unregelmäßige Zeichnung. Diese mit einer eventuell schon beim Fetus vorhandenen Fleckung in direkten Zusammenhang zu bringen, erscheint mir jedoch im Hinblick auf die große Verschiedenheit der Dimensionen der Haut beider Individuen nicht ohne weiteres möglich. Daß das Pigment zuerst fleckenweise auftreten und erst durch allmähliche flächenhafte Ausbreitung zur mehr weniger einheitlich dunkeln Pigmentierung führen könnte, ist nicht ausgeschlossen. Einen Fall von topographisch ungleichzeitigem Auftreten der Pigmentierung in der Haut, wobei es sich allerdings um keine eigentliche Fleckung handelt, hat zum Beispiel kürzlich Schwalbe (*b*) bei Embryonen von *Hylobates syndactylus* beobachtet. Bei einem solchen von 108 *mm* Scheitel-Steißlänge zeigten sich nur einzelne Stellen der Epidermis der Gesichtshaut pigmentiert, bei einem von 163 *mm* hatte sich die Pigmentierung nahezu über das ganze Gesicht, sowie streckenweise auf den Vorderkörper ausgedehnt; bei einem 215 *mm* langen Embryo endlich erstreckte sie sich bereits fast über den ganzen Körper. Ferner kommt ein allerdings nicht direkt vergleichbarer Fall von topographisch ungleichzeitiger Ausbildung von späterhin durchaus gleichmäßig entwickelten Hautgebilden besonders beim Haarkleidwechsel der Säugetiere vor. Beim Fuchs treten zum Beispiel im Flaumhaarkleid die gröberen Haare des zweiten Haarkleides zunächst in ganz unregelmäßig zerstreuten Büscheln auf und das Fell erlangt erst allmählich seine Gleichmäßigkeit. — Nebenbei sei hier daran erinnert, daß die dunkle Haut mancher Säugetiere im Laufe des Körperwachstums licht werden kann (so zum Beispiel bei dem weiter unten noch zu erwähnenden Weißwal).

Wenn eine natürliche Fleckung bei einem Elefantenfetus somit keineswegs ausgeschlossen erscheint, halte ich es gleichwohl für wahrscheinlich, daß die Fleckung des Zimmermann'schen Fetus doch auf einer partiellen Schadhaftigkeit der Epidermis beruht haben dürfte. Denn bei dem Wiener Exemplar, welches bei der zirka 8 Stunden nach dem Tode des Muttertieres erfolgten Entnahme aus dem Uterus durchaus dunkel war, hat sich die nicht sehr dicke, pigmentierte Epidermis beim geringsten mechanischen Insult sofort in kleineren oder größeren ziemlich scharf umgrenzten Partien abgelöst. Zudem findet sich auch bei den Exemplaren von Turner und Lönnberg dieselbe Schadhaftigkeit der Epidermis. Daß die Beurteilung solcher Verhältnisse nicht so leicht ist, als man annehmen könnte, habe ich kürzlich an einem *Alouata*-Fetus von 163 *mm* Scheitel-Steißlänge ersehen. Dieser zeigte gegenüber allen anderen Exemplaren, welche ich bis dahin zu Gesicht bekommen hatte, statt der allgemeinen auffallend dunkeln Hautfärbung eine ziemlich symmetrische lichte Fleckung. Die Hautoberfläche erschien an den Flecken im übrigen gar nicht verändert, so daß ich selbst zunächst glaubte, daß es sich hier um eine natürliche Fleckung handle. Erst die mikroskopische Untersuchung zeigte, daß die Haut an den lichten Stellen offenbar infolge von Druck in verschiedenem Grade glatt abgescheuert war. Somit erscheinen die Beweisgründe Zimmermann's, daß die dunkeln Stellen nicht erhöht liegen oder am Übergang zu den lichten Flecken keine faserigen Überreste der dunklen Epidermis zu bemerken wären, nicht genügend stichhältig. Auch die andern von Zimmermann angeführten Argumente, wie die annähernd gleichmäßige Verteilung der Flecke oder der Umstand, daß die dunklen Partien auch an exponierten Stellen vorhanden sind, sind nicht direkt beweisend.

Aus diesen Betrachtungen geht hervor, daß die Elefantenembryonen von zirka 7 *cm* Größe noch ganz licht, von ungefähr 54 *cm* ganz dunkel sind. In welcher Zeit die Pigmentierung äußerlich zur Geltung gelangt, läßt sich nach dem bisherigen Material noch nicht genau feststellen; nach dem Lönnberg'schen Exemplar (23·3 *cm* Länge) zu schließen, scheint das ziemlich früh der Fall zu sein. Inwieweit diesbezüglich — von eventuellen abnormalen Fällen ganz abgesehen — individuelle und spezifische Verschiedenheiten vorkommen, muß vorläufig dahingestellt bleiben. Das nämliche gilt für das topographisch gleich- oder verschiedenzeitige Auftreten der Pigmentierung; da ein sicherer Fall von letzterem beim Elefanten noch nicht bekannt ist und die größeren Feten gleichmäßig pigmentiert sind, dürfte das Pigment in der Regel wohl allenthalben ziemlich gleichmäßig auftreten.

In der weiteren Entwicklung scheint die Färbungsintensität der Haut allmählich abzunehmen; denn die Haut des neugebornen Elefanten hat nach dem vorliegenden, im Alkohol aufbewahrten Rüssel bereits eine, zum Teil wohl auch durch die Konservierung beeinflußte lichtere, graue Färbung, ähnlich jener älterer Individuen. Herr Inspektor Kraus, der drei Neonati unmittelbar nach der Geburt gesehen hat, erklärte mir gegenüber, daß ihre Haut, solange sie noch feucht war, allerdings einen relativ dunklen Eindruck machte; nach dem Trocknen und weiterhin infolge von äußeren Einflüssen (Staub etc.) nahm sie jedoch bald die normale Färbung der Erwachsenen an. Diese ist bekanntlich vielfach keine natürliche, sondern erscheint infolge von Staub oder auch von verschiedenen Ingredienzien, mit welchen die Eingebornen häufig die Haut einreiben, etc. mehr weniger verändert.

Die mir bekannten Nashornfeten verhalten sich folgendermaßen: Von den zwei von Brauer aus Deutsch-Ost-Afrika beschriebenen ist der eine (3·25 *cm*) noch ganz pigmentlos, der andere (27 *cm*) pigmentiert. Die Haut des im Wiener Hofmuseum befindlichen, in Alkohol konservierten, gleichfalls afrikanischen Fetus (don. Baron F. Nicolics 1907) von 37·5 *cm* absoluter Schnauzen-Steißlänge ist gelblich bis braungrau und zeigt bei Lupenvergrößerung rings um die Mundöffnung, in der Submentalregion, an der Dorsalseite des Kopfes und Rumpfes (im mittleren Teile des letzteren ist die Haut schlecht erhalten und für diese Betrachtung nicht geeignet), in der Glutealgegend und an den Extremitäten in gleichmäßig dichter Anordnung dunkle Pünktchen, welche stellenweise, so zum Beispiel in der Submentalregion und seitlich am Scheitel, in kurze Strichelchen ausgezogen sind. Rings um die Lippen sind sie am kräftigsten. Sie bestehen, wie man bei stärkerer Vergrößerung erkennen kann, aus einer oberflächlich gelagerten ziemlich lockeren, hülsenförmigen Ansammlung von Pigment. Es erscheint mir jedoch sehr fraglich, ob sie mit Haaranlagen in Beziehung stehen. Im übrigen fand ich keine Andeutungen von Haaren, auch nicht von Spürhaaren, Wimpern oder Brauen. Bei einem ziemlich gleichgroßen Fetus (38 *cm*) eines *Rhinoceros javanicus* Cuv. aus dem Leydener Museum erwähnt de Meijere von Hautfärbung beziehungsweise -pigmentierung nichts. Dagegen fand er Epithelwucherungen, welche in die Lederhaut vorspringen und an ihrem unteren Ende ihrerseits durch eine Lederhautpapille eingestülpt sind. De Meijere glaubt, daß sie höchst wahrscheinlich die erste Anlage von Haaren darstellen. Vielleicht sind diese Gebilde bei unserem Exemplar durch die Pigmenthülsen (in den äußeren Wurzelscheiden?) markiert; für Haarbälge liegen diese aber zu oberflächlich und zu schräg (beinahe horizontal). Haare selbst fand de Meijere gleichfalls keine.

Bartlett berichtet von einem neugebornen Badak-Nashorn, daß sein Leib beinahe schwarzhäutig war (zitiert nach Brehm), Brehm beim indischen Nashorn, daß junge Tiere viel heller sind als alte.

Von Flußpferdfeten wurde einer von zirka 7 *cm* Scheitel-Steißlänge im Jahre 1878 von Gray erwähnt und abgebildet. Im anatomischen Institut zu Freiburg i. Br. finden sich zwei verschieden große Feten, welche von Keibel (*a*) gelegentlich einer Publikation über ihren Nabelstrang besprochen wurden; der jüngere ist daselbst auch abgebildet. Wie mir Herr Professor Keibel freundlichst mitteilte, ist die Haut des kleineren, welcher von der Oberlippe bis zur Schwanzwurzel 10·7 *cm* mißt, pigmentlos und ganz gleichmäßig grauweiß. Die Haut des älteren, 51 *cm* langen Fetus, hat ein diffuses, rötlichbraunes Aussehen, ist aber an einzelnen ganz unregelmäßigen Stellen, offenbar infolge von Schädigung, grau. Bei dem 44 *cm* langen Fetus von Daubenton hatte sie eine »brune-olivâtre« Färbung. Die Haut des neugebornen Flußpferdes ist besonders am Rücken stark pigmentiert; bei den jungen Tieren erscheint sie hell fleischrot und nimmt im Alter allmählich einen dunkleren, mehr grauen Farbenton an (Weber).

Die Färbung der Cetaceenhaut ist bekanntlich sehr verschieden, vielfach auch individuell, die des Rückens zumeist dunkler als jene des Bauches. Erwähnt sei, daß bei *Beluga leucas* Gray bereits Embryonen von 20 *cm* Länge in der Haut Pigmente zeigen und die jungen Tiere in den ersten Lebensjahren dunkelbraun, später hellbraun bis grau sind; vom fünften Lebensjahre an ist der Weißwal dagegen schneeweiß mit einem leichten gelblichen Ton [Kükenthal (*a*)].

Bei den Sirenen ist die Rückenhaut stärker pigmentiert als die Bauchhaut; während die kleineren Embryonen sehr dunkel gefärbt sind, ist die Färbung bei größeren und bei Erwachsenen heller [Kükenthal (*b*)].

Die Hautfärbung des erwachsenen Elefanten erscheint im allgemeinen lichter (grau) und matter als die des Fetus. Am vorliegenden Rüssel des Muttertieres findet sich namentlich im distalen Teile in der dunkel bräunlichgrauen Grundfärbung eine natürliche, mehr weniger verschwommene, unregelmäßige, licht gelbbraune Fleckung, welche stellenweise, besonders an der Unterfläche des Rüssels, die Oberhand erlangt. Erwähnt sei, daß sie hier, insbesondere am fingerförmigen Fortsatz mit einer größeren mechanischen Inanspruchnahme der Epidermis zusammenfällt. Wie ich anderseits an einem abgelösten Epidermisstück aus dem mittleren Teile der Rüsseloberseite ersehen konnte, ist diese Zeichnung an der vor äußeren Einflüssen geschützten Innenfläche der Epidermis in der hier dunkleren Umgebung mehr weißlich, deutlicher und schärfer begrenzt (Taf. III, Fig. 4). Wie vorhin angedeutet, glaube ich, daß diese Zeichnung in der embryonalen Haut noch nicht gut ausgeprägt war (so ist auch beim Wiener Fetus von ihr nichts zu erkennen), sondern eine sekundäre, im Laufe des Wachstums der Epidermis auftretende Erscheinung darstellt. Sie bildet stellenweise eine unregelmäßige Netzzeichnung, welche vielfach so eng ist, daß sie im Verhältnis zur viel geringeren Flächenausdehnung der embryonalen Haut an dieser überhaupt noch nicht zum Ausdrucke hätte kommen können.

3. Besprechung einzelner Körpergegenden exklusive ihrer Behaarung.

Der Rüssel.

Der Rüssel unseres Fetus (Taf. IV, Fig. 7) ist relativ schlanker als jener des Neugebornen; beim letzteren nimmt insbesondere die Breite apikal nur langsam ab. Auch der Vergleich mit den Abbildungen der jüngeren Feten (vgl. Gray, Lönnberg, Brauer) scheint dafür zu sprechen, daß der Elefantenrüssel ursprünglich relativ schlank ist und mit zunehmender Entwicklung verhältnismäßig plumper wird; das erscheint infolge der muskulösen Beschaffenheit dieses Gebildes ganz natürlich. Bei solchen Vergleichen spielt jedoch der jeweilige Grad der Kontraktion des Rüssels eine wesentliche Rolle. Das gilt insbesondere für das Längenverhältnis, über welches ich deshalb nach dem vorliegenden Material kein Urteil abgeben kann.

Nach meinem Material hat es ferner den Anschein, daß die (apikale) Rüsselmündung beim Fetus etwas in die Quere gestreckt ist, während sie später einen mehr rundlichen Umfang annimmt. Ob das natürlich ist oder nur eine zufällige Gestaltsverschiedenheit infolge von verschieden starker Kontraktion, sei vorläufig dahingestellt.

Die Unterseite des Rüssels, welche etwas lichter ist als die Oberseite, ist flach und geht jederseits ohne deutlich vortretenden Wulst in den seitlichen Teil der Oberseite des Rüssels über. Die Abgrenzung erscheint jedoch durch in Reihen gestellte Härchen gegeben. Eine stellenweise vorhandene Längsrunzelung knapp medial von diesen ist offenbar nur auf nachträgliche Schrumpfung zurückzuführen. Die Oberseite ist im kranialen Teile des Rüssels der Quere nach ziemlich stark gewölbt und wird gegen die Spitze zu etwas flacher.

Die Unterseite zeigt mehr weniger deutliche, lineare Querfurchen und erscheint somit quer gefeldert Entlang des kranialen Abschnittes folgen zirka zwölf kräftige Furchen in Abständen von zirka 9 *mm* hintereinander, doch ist zwischen je zweien meistens noch eine ganz zarte eingeschoben. Im weiteren Verlaute wird die Furchung allmählich enger und unregelmäßiger; die zarteren Zwischenfurchen sind nun ebenfalls relativ kräftig, oft aber nur unvollständig, und die meisten Furchen verlaufen mehr weniger unregelmäßig wellig. Die Zahl dieser nur mehr 4 bis 2 *mm* hintereinander folgenden Furchen bis zur Rüsselspitze beträgt zirka 34.

Die stärkeren Furchen erstrecken sich zumeist über die ganze Breite der Rüsselunterseite und viele jederseits noch ein Stück über den Rand an die Oberseite hinan; hier enden sie meistens alternierend zwischen den Ausläufern zweier Furchen der Oberseite. Einzelne besonders starke gehen jedoch direkt in eine solche über, so daß dann eine um den Rüssel kontinuierlich verlaufende Furche zustande kommt.

An der Oberseite des Rüssels sind die Furchen, zum Teil wohl infolge der größeren Länge der oberen Rüsselkontur, zahlreicher (zirka 14 weit und 62 weniger weit voneinander entfernte) und korrespondieren nur stellenweise mit solchen der Unterseite. Sie sind auch tiefer und weniger scharf linear (runzelig) und die ganze Furchung erscheint weniger gleichmäßig. Außen an der Basis des bereits deutlich ausgebildeten fingerförmigen Fortsatzes finden sich noch drei zarte Furchen. Der gegenüberliegende, einen breiten Querwulst darstellende Rand der Rüsselmündung ist median nicht ausgezogen (ein Artunterschied gegenüber *E. africanus*). Hier zeigt die Haut zahlreiche kleine Vertiefungen, aus welchen einzelne Haare hervortreten, während sie an den seitlichen Mündungsrändern senkrecht zu deren Achse gerunzelt ist.

Der Furchung des Rüssels, welche mit der Beweglichkeit desselben in Zusammenhang steht, kommt im allgemeinen eine gewisse Konstanz zu, denn viele Furchen bleiben auch in der weiteren Entwicklung des Tieres mehr weniger erhalten. So findet sich bei dem in ziemlich stark kontrahierten Zustand befindlichen Rüssel des Neugebornen sowohl oben als unten ziemlich die gleiche Anzahl von nun etwas tiefer einschneidenden Runzeln, beziehungsweise Furchen vor. An der Rüsselunterseite ist die Haut zwischen den ursprünglichen Furchen mit zahlreichen kurzen, kreuz und quer verlaufenden oberflächlichen Furchen versehen. An der Oberseite zeigt die Hautoberfläche im basalen Teile des Rüssels zwischen den Runzeln zahlreiche punktförmige Vertiefungen (Haaraustrittsstellen) von hauptsächlich zwei verschiedenen Größen. Apikal werden diese Vertiefungen allmählich kleiner; dagegen tritt hier die chagrinartige Struktur der Haut deutlicher hervor und die Runzeln sind relativ breit und scharfrandig; sie sind im medianen Teile ziemlich kontinuierlich, kreuzen sich aber gegen die Ränder zu vielfach oder gehen ineinander über.

Beim Rüssel des Muttertieres sind die ursprünglichen Querfurchen der Unterseite fast ganz verwischt; diese ist nun mit zahlreichen oberflächlichen Furchen verschiedener Stärke und Richtung bedeckt. Im basalen Teile ist diese Furchung im ganzen ziemlich gleichmäßig und vorherrschend transversal, während sie weiter apikal unregelmäßig eng netzförmig wird. Im letzten Teile sind jedoch auch die ursprünglichen Furchen gegen die Ränder zu noch als beiderseits korrespondierende, breite, quere Einsenkungen erhalten; in der medianen Partie kommen sie nicht zum Ausdruck, da diese, wie unter anderen auch Boas (*a*) berichtet hat, der Länge nach breit rinnenförmig vertieft ist. Zwischen je zwei Einsenkungen ist der Rüsselrand buckelförmig aufgetrieben. Bis zur Rüsselspitze finden sich jederseits zirka 13 solcher Furchen; sie folgen in je einem Buckel entsprechenden Abständen hintereinander, welche apikal immer enger werden (zirka 20 bis 8 *mm*). Proximal werden diese Furchen allmählich schwächer, beschränken sich bald nur auf eine Einkerbung des Randes und verschwinden schließlich ganz; doch finden sich auch im basalen Teile des Rüssels stellenweise beiderseits seitlich am Rande ziemlich symmetrische, relativ kräftige Einschnitte, welche wohl in der gleichen Weise zu deuten sind. Wenn an solchen Stellen Haare vorhanden sind, stehen sie vorzugsweise auf den vorspringenden Buckeln; das ist besonders bei einem jungen und einem alten gestopften *E. africanus* des Wiener Hofmuseums der Fall, bei welcher Art diese »raupenfußartigen« Erhebungen bekanntlich besonders deutlich ausgeprägt sind. Beim Fetus liegen die Härchen gleichfalls zumeist zwischen den Furchen, ein Beweis, daß die Einkerbungen beim Erwachsenen auf die ursprünglichen Furchen zurückzuführen sind.

An der Rüsseloberseite finden sich in entsprechend vergrößertem Maßstabe ziemlich ähnliche Verhältnisse wie beim Rüssel des Neugeborenen; doch sind im basalen Teile die Runzeln und die Vertiefungen an den Haaraustrittsstellen infolge der Dickenzunahme der Epidermis mehr verflacht. An der Oberfläche des Coriums, beziehungsweise an der Innenfläche der Epidermis sind sie etwas schärfer ausgeprägt. Im Apikalteil sind die tiefen Furchen mit ihren charakteristischen kantigen Rändern noch deutlicher ausgebildet als beim Rüssel des Neugebornen.

Vgl. auch die weiter hinten zu erwähnenden Linien in der Glutealgegend unseres Fetus.

Erwähnt sei noch, daß beim erwachsenen Elefanten die Oberfläche des Coriums und im Zusammenhange damit die Innenseite der Epidermis im Bereiche der Furchen eine entsprechend veränderte Papillarstruktur zeigt. Das ist sehr schön an dem im anatomischen Institut aufbewahrten

Rüssel des Muttertieres zu sehen, an welchem sich die an der Oberfläche stark rissige und im Detail vielfach in kleine, rechteckige Prismen zerklüftete Epidermis stellenweise durch Mazeration abgelöst hat (Taf. III, Fig. 4). Während die eng beisammen liegenden Coriumpapillen an den ungefurchten Stellen eine rundlich-eckige, bienenwabenartige Oberflächengestalt (im Innern mit radiär ausstrahlenden Furchen) besitzen, sind sie im Bereiche der Furchen deutlich senkrecht zur Richtung derselben in die Länge gezogen und mit Längsfurchen versehen. (Flächenabbildungen von der Elefantenhaut befinden sich bereits bei Daubenton (*a*) in Buffon's Hist. Nat.; vgl. ferner Smith.)

Brauer (*b*) gibt bei seinem größeren Embryo (27 *cm*) des afrikanischen Nashorns unter den Eigenschaften, welche für die Erwachsenen charakteristisch und bereits bei jenem vorhanden sind, an, daß die Haut gefeldert ist. De Meijere schreibt von seinem 38 *cm* großen Embryo des javanischen Nashorns, daß das ganze Tier wie beschuppt aussieht; in bestimmter Anordnung zu diesen unregelmäßig geformten, aus einer großen, flachen Lederhautpapille gebildeten Schuppen finden sich die vorhin erwähnten Epithelwucherungen.

Beim Wiener Nashornfetus ist der Bauch durch zarte, aber scharfe Längs- und Querfurchen in ganz schmale, querliegende Rechtecke gefeldert, welche gegen die Flanken hinauf unregelmäßig werden und dann allmählich verschwinden. Diese Verhältnisse, welche bei den erwachsenen Tieren nicht mehr (deutlich) zu erkennen sind, sind hinsichtlich der schuppenförmigen Profilierung der Hautoberfläche, welche bei einer Reihe von Säugetieren in verschiedener Weise auftritt, von Interesse (siehe meine demnächst in den Zoologischen Jahrbüchern erscheinende Abhandlung).

Außerdem findet sich an der rechten Bauchseite unseres afrikanischen Nashornfetus eine bis zu 14 *mm* breite, frei herabhängende Längsfalte, welche sich von der Inguinalgegend bis zur Achsel erstreckt und in ihrem mittleren Teile am breitesten ist. In der Inguinalgegend tritt knapp lateral neben dieser Falte eine zweite hinzu. An der linken Seite ist nur die erstgenannte Falte entwickelt, und zwar viel schwächer. Diese Bildungen scheinen eine Andeutung von Falten zu sein, wie sie in bestimmter Anordnung zum Beispiel beim erwachsenen indischen Nashorn vorkommen und nach Brehm hier bereits bei neugebornen Tieren vorhanden sind. Beim erwachsenen afrikanischen *Rhinoceros* fehlen sie jedoch, weshalb die Falten bei unserem Embryo eine vorübergehende Bildung in der Entwicklung dieser Art darstellen würden. Übrigens ist die beiderseits asymmetrische Ausbildung der Falten merkwürdig. Der Erhaltungszustand der Haut dieses Nashornfetus ist überhaupt ein ziemlich schlechter, so daß dieses Objekt nur mit einer gewissen Vorsicht zur Beurteilung der berührten Fragen herangezogen werden kann.

Von der Kopf- und Nackenhaut eines neugebornen *Hippopotamus amphibius* berichtet Weber, daß ihre Oberfläche bereits durch untiefe Furchen in größere und kleinere Parzellen zerlegt ist, welche jenen des Erwachsenen entsprechen.

Daß gewisse, bei erwachsenen Tieren vorhandene stärkere Hautfurchen beziehungsweise -falten (Kehlfurche, Achsel- und Schenkelfalten etc.) sich relativ früh ausbilden können, bedarf keiner Erwähnung; im besonderen seien diesbezüglich nur die Sirenen angeführt, bei welchen gewisse spezifische Furchen vielfach bereits beim Embryo zu konstatieren sind [vgl. insbesondere Kükenthal (*b*)]. Auch feinere Furchen, beziehungsweise Leisten treten bekanntlich frühzeitig auf, so zum Beispiel jene an der Palma und Planta des Menschen und der Affen.

Mit der Anführung dieser Verhältnisse sei selbstverständlich nicht behauptet, daß die verschiedenen Furchen etc. in jeder Hinsicht gleichwertig sind.

Die Umgebung der Mundöffnung und ihre Beziehung zur Rüsselbasis.

Die Umgebung der Mundöffnung ist infolge der Ausbildung des Rüssels besonders bemerkenswert (Taf. III, Fig. 3). Die vordere mittlere Partie des Munddaches bildet keine deutlich abgesetzte Lippe, sondern geht gleichmäßig in die mittlere Partie der Rüsselunterseite über. Die Grenze des Mundhöhlenanteiles des mittleren Teiles der Oberlippe erscheint durch das linear abgegrenzte Aufhören der

weißlichen Schleimhautfärbung gegeben, welches ungefähr mit der ersten Querfurche der bedeutend dunkleren Rüsselunterseite zusammenfällt. In der Abbildung konnte dieser Farbenunterschied nicht wiedergegeben werden, weil dadurch die Tiefenwirkung des Bildes gelitten hätte. Soviel von außen her zu erkennen ist, sind die Papilla incisiva und die Plicae palatinae transversae bereits deutlich ausgebildet. Beiderseits ist die mittlere Lippenpartie, welche 30 *mm* breit und schwach querkonkav ist, durch das mediale Ende der schräg oblongen, trichterförmigen Vertiefung, an deren Stelle später der Stoßzahn zu liegen kommt, stark eingeengt. Am Vorderrand der hier spaltförmig auslaufenden Mündung derselben findet sich ein deutlicher, von der mittleren Lippenpartie ausgehender runder Höcker, welcher in die Vertiefung vorspringt. Diese ist 21 *mm* lang und stark schräg nach vorne außen gerichtet; im mittleren Teile wird sie an ihrer hinteren Wand durch einen aus ihrer Tiefe kommenden, etwas gewunden und schräg medial ziehenden Wulst eingeschnürt, so daß die ganze Vertiefung in einen kürzeren und schmäleren medialen und einen längeren seitlichen Abschnitt abgeteilt erscheint. Der erstere stellt bei der normalen, abwärts hängenden Lage des Rüssels nur einen Spalt dar, welcher von dem Höcker so ziemlich erfüllt wird, wobei die gegenüberliegende Wand des Spaltes entsprechend eingebuchtet ist, und seitlich durch den erwähnten Wulst begrenzt wird. Der seitliche Abschnitt ist mehr trichterförmig und ziemlich tief (9 *mm*); sein Boden wird von zwei Höckerchen gebildet.

Ungefähr von der Mitte des hinteren Mündungsrandes der Vertiefung zieht ein deutlich hervortretender wulstiger Lappen schräg nach hinten außen zum Mundwinkel und bildet den seitlichen Teil der Oberlippe. Auf seine Außenfläche setzt sich noch die Runzelung der Rüsseloberseite fort (siehe Taf. IV, Fig. 7).

Die paarigen seitlichen Vertiefungen stehen offenbar einerseits mit der Abwärtsbiegung der Rüsselbasis, andrerseits mit der Ausbildung der Stoßzähne im Zusammenhang; diese sind bei den Weibchen des indischen Elefanten allerdings nur relativ schwach entwickelt und durchbrechen oft nicht einmal die Haut. Das Weitere über das Verhältnis der Vertiefung zum Stoßzahn muß der anatomischen Untersuchung vorbehalten bleiben. Bei erwachsenen Tieren mit gut entwickelten Stoßzähnen ist die Hautfläche an dieser Stelle, abgesehen von der kreisrunden, die Stoßzähne ohne wesentliche Erhebung umfassenden Austrittsöffnung derselben, ganz ausgeglichen.

Die Unterlippe ist, ähnlich wie beim Erwachsenen, in ihrer mittleren Partie zu einem deutlich vorspringenden, wulstigen Lappen ausgebildet; dieser läuft median stark spitz zu und ragt so weit vor, daß seine Spitze um 33 *mm* weiter nach vorne reicht als die vordere Grenze des Munddaches. An seiner Unterseite erscheint er hinten durch eine quere Furche abgegrenzt (siehe auch Taf. IV, Fig. 7).

Die Behaarung der Mundöffnung und des Rüssels bildet für sich ein deutlich umgrenztes Haargebiet, welches im nächsten Abschnitte besprochen werden soll.

Die Augengegend.

In der Augengegend ist die zirkuläre Furchung der Haut bemerkenswert (Taf. IV, Fig. 7). Das Bereich der Orbita erscheint nämlich durch eine mehr weniger scharfe, kontinuierliche Furche umschlossen, welche besonders im vorderen und unteren Teile tief einschneidet, einem Gebiete, welches ungefähr der Ausdehnung des knöchernen Augenhöhlenrandes entspricht. Innerhalb dieses Gebietes finden sich auf den Lidern noch weitere mehr weniger deutliche, jedoch nicht ringförmig geschlossene Furchen. Bis zu einem gewissen Grade finden sich ähnliche Verhältnisse auch bei den Erwachsenen. Die Lider sind nur zu einem schmalen Spalt geöffnet, dessen vorderes Drittel die auch von Turner erwähnte Nickhaut einnimmt.

Die Schläfedrüse.

38 *mm* hinter dem hintern Augenwinkel und etwas höher als dieser kann man bei genauem Zusehen einen 3 *mm* langen, schwach wellig verlaufenden und etwas schräg nach vorne oben gerichteten, engen Spalt wahrnehmen, aus dessen hinterem Drittel ein Büschel von drei bis vier, zirka 3 *mm* langen Härchen

hervortritt (siehe besonders Taf. IV, Fig. 7). Diese Bildung entspricht der Ausmündung der Hautdrüse, welche sich bei den erwachsenen Elefanten beiderlei Geschlechtes in dieser Gegend vorfindet. Ihre Ausmündung wurde bisher noch bei keinem Fetus erwähnt; sie ist auch bei jugendlichen Tieren nicht leicht aufzufinden und selbst beim Erwachsenen nur ein enger, etwa 5 *cm* langer Spalt mit mehr weniger vorgetriebener Umgebung. Der Bau dieser Drüse wurde erst in neuerer Zeit von Eggeling an einem jugendlichen indischen Elefanten genauer dargestellt. Der Hauptsache nach besteht sie einerseits aus einer sackartigen Einsenkung der Haut, die starke und zarte Haare sowie Talgdrüsen besitzt und durch eine verengte Öffnung nach außen mündet, andrerseits aus einem scheibenförmigen Komplex (von 60 *mm* Durchmesser) eigentlich drüsiger Teile, welche in das erweiterte untere Ende des Hautsackes ausmünden und die Schweißdrüsen vertreten. Über die Physiologie dieser Drüse besteht noch ziemliche Unklarheit; beim Männchen sezerniert sie, wie ich selbst in Schönbrunn gesehen habe, zur Zeit der Brunst besonders stark.

Die Ohrmuschel.

Die Ohrmuschel ist ganz nach hinten geschlagen und liegt dem Rumpf flach an (Taf. I, Fig. 1); bezüglich ihrer Umrißform sei auf die Abbildung verwiesen. Der stark steil nach unten und etwas vorne gerichtete Vorderrand der Ohrmuschelbasis wird von zwei Falten gebildet, von welchen die obere 24 *mm* lang und dickwulstig ist und oben, fächerförmig ausladend, an der Innenfläche der Ohrmuschel ausläuft; man könnte sie etwa als Anthelix bezeichnen. Die darunter folgende dünnere, aber längere Falte (33 *mm*) wird an ihrem oberen Ende vom Anthelix etwas verdeckt und entspricht der Lage nach dem Tragus. Seine mediale Fläche dringt in ihrem mittleren Teile tief schräg nach vorne ein (12 *mm*) und hier im Grunde beginnt der eigentliche, 4 *mm* hohe, spaltförmige Meatus auditorius externus. Der unteren Hälfte des Tragus gegenüber und nach außen von diesem teilweise verdeckt, befindet sich, der Innenseite der Ohrmuschelbasis anliegend, eine kleinere, 19 *mm* lange Falte.

Die Milchdrüsen.

Die einpaarigen, pektoralen, am vorliegenden Objekte angedrückten Zitzen sind 28 *mm* voneinander entfernt und stellen stumpfkegelförmige Erhebungen von 2 *mm* Höhe und 5 *mm* Basisdurchmesser dar. An ihrer Spitze befindet sich eine rundliche, etwas lichtere und härtere Stelle, die Warze.

Die äußeren Geschlechtsteile.

Das äußere, 50 *mm* lange, offenbar weibliche Genitale liegt fast ganz ventral (Taf. V, Fig. 11). Die ziemlich stark wulstigen Schamlippen sind in der vorderen Partie (Praeputium) quer runzlig gefurcht, in der mittleren glatt und am kaudalen Ende wieder, aber nur seicht und spärlich, gefurcht. In der Tiefe des mittleren Teiles der Rima pudendi ragt die stark entwickelte Clitoris vor; hinter ihr der enge Scheideneingang.

Zimmermann bildet von seinem Fetus ganz ähnliche Verhältnisse ab und weist darauf hin, daß man dieses Genitale zunächst für ein weibliches halten könnte. »Da aber diese vermeinte Mutterscheide nicht aufwerts, sondern gegen den Aftern herab lief, und dorten keine weitere Oefnung hatte, so war sie natürlicherweise nichts anders als eine Art vagina penis. . . .« »Von dem männlichen Gliede war nichts vorhanden als ein Teil der Vorhaut, wahrscheinlich war es beim Herausnehmen der Eingeweide aus Unachtsamkeit verloren gegangen.« Da Turner von seinem annähernd gleich großen Fetus ohne weitere Bemerkung angibt, daß »the sheath of the penis was preserved« und dieselbe auch in der Gesamtabbildung in gewöhnlicher Form angedeutet erscheint, dürfte der Unterschied in der Ausbildung zwischen dem äußeren männlichen und weiblichen Genitale bei solchen Feten doch bereits ein deutlicher[1] und

[1] Von andern Autoren wurde bei zum Teil viel kleineren Feten das Geschlecht, wie es scheint, ohne besondere Schwierigkeit bestimmt (vgl. die Übersichtstabelle p. 4).

das Zimmermann'sche Exemplar ein weibliches sein. Dagegen teilte mir Herr Direktor Meerwarth, welcher dasselbe auf mein Ersuchen daraufhin untersuchte, mit, daß es ein Männchen zu sein scheint. Zweifellos wird die anatomische Untersuchung unseres Exemplares diesbezüglich volle Sicherheit schaffen. Bekanntlich hat die Geschlechtsbestimmung infolge der eigenartigen Lageverhältnisse der Geschlechtsorgane auch bei größeren Elefanten mitunter Schwierigkeiten bereitet (siehe zum Beispiel Zimmermann, Schreber).

Die Mittelfleischgegend.

Das deutlich abgegrenzte, wulstig aufgetriebene Perineum (unterer Afterrand bis kaudales Vulvaende 111 *mm*) ist relativ langgestreckt, da das Genitale fast ganz ventral liegt. Seine Hautoberfläche zeigt ein System von ziemlich kontinuierlichen zarten Linien, welche bald feinfurchig vertieft, bald etwas erhaben sind (Taf. V, Fig. 10). Zwei solche Linien umfassen halbkreisförmig die Unterseite der Schwanzbasis mitsamt dem Anus. Die andern (jederseits zirka acht) verlaufen an beiden Seiten spiegelbildlich. Sie beginnen seitlich von der Schwanzbasis, die zunächstliegenden etwas höher oben, und ziehen in Abständen von zirka 3 *mm* nebeneinander in lateral mehr weniger konvexem Bogen gegen die Mittellinie des Perineums nach abwärts. Letztere zeigt im obersten Teile eine kurze, unregelmäßige Furche und ist weiterhin beiderseits von einer Reihe von Härchen begleitet; solche finden sich auch allenthalben zwischen und auf den Linien zerstreut vor. Im unteren Teile der Mittellinie, an welchem noch keine Härchen erkennbar sind, zieht in leicht geschwungenem Verlauf die schwach leistenförmig vortretende Raphe perinei bis zur Vulva (Taf. V, Fig. 11) Auch vom oberen Ende der hinteren Oberschenkelfalte strahlen drei mehr weniger deutliche Linien bogenförmig auf die Glutealfläche hinauf aus, verlieren sich aber daselbst bald.

Bei größeren und erwachsenen Tieren ist die Mittelfleischgegend in entsprechend ähnlichem Umfange, jedoch weniger scharf abgegrenzt und erscheint äußerlich sehr schlaff. Ihre Hautoberfläche zeigt einige mehr weniger tiefe Furchen, welche ihrem Verlauf nach einzelnen Linien des Fetus entsprechen.

Die Linien, beziehungsweise Furchen im Bereiche des Perineums stehen offenbar mit der Bewegbarkeit des Schwanzes in Zusammenhang, die an der Schenkelfalte mit der des Oberschenkels (vgl. die Furchen des Rüssels, p. 11 u. 12 [269 u. 270]).

Der Schwanz.

Der 224 *mm* lange Schwanz (Taf. V, Fig. 10) ist an seiner Basis relativ dick (Andeutung einer »Afterklappe«?, vgl. das Mammut, Brandt) und annähernd spulrund (Basisumfang 100 *mm*); er verjüngt sich hauptsächlich im mittleren Drittel. Vom apikalen Drittel an ist er ganz schwach beiderseitig komprimiert und wird an seiner Unterseite ziemlich scharfkantig. Das ziemlich abgeflachte, aber nicht besonders verbreiterte Endstück (6 *mm* in der Richtung von vorne nach hinten, 3 *mm* Querdurchmesser) ist an seiner Spitze gegen die Unterseite zu abgerundet, am Übergang auf die Oberseite eckig abgestutzt. Im basalen Teile ist die Oberseite des Schwanzes schwach quer gerunzelt; das sind im Gegensatz zu den eben besprochenen Linien eigentliche Runzeln. Die Unterseite ist fast ganz glatt.

Der Schwanz dieses Fetus ist im Verhältnis zur Rumpflänge etwas kürzer als bei einem gestopften erwachsenen Exemplar des Wiener Hofmuseums. Es erscheint nicht unwahrscheinlich, daß das allgemein zutrifft; denn, wie beispielsweise Schwalbe (*b*) gezeigt hat, wächst bei den Embryonen von *Macacus cynomolgus* der anfangs kurze Schwanz während des embryonalen Lebens rascher als der Rumpf (vgl. auch Toldt, Arch. Anthrop., 28. Bd.).

Bei den lebenden von mir untersuchten jungen und älteren Elefanten ist die Unterseite der Schwanzrübe auf eine kurze Strecke etwas in die Breite gezogen; diese Verbreiterung, welche am hinteren Ende ziemlich deutlich abgesetzt erscheint, dürfte wohl als die Andeutung der beim Mammut stark entwickelt gewesenen Afterklappe zu deuten sein. Das beim indischen Elefanten seitlich nicht sehr stark komprimierte, von vorne nach hinten etwas verbreiterte Schwanzende wird von den lebenden Tieren nicht

genau longitudinal, sondern etwas windschief gehalten (bei einem daraufhin beobachteten Exemplar von rechts vorne nach links hinten). Bei manchen Individuen ist das Schwanzende abnormalerweise mehr keulenförmig oder anderweitig deformiert.

Die eigenartige Behaarung des Schwanzendes wird später besprochen.

Die Extremitäten.

An den Extremitäten scheinen die Hände und Füße, namentlich die ersteren, im Verhältnis zu den Unterarmen, beziehungsweise -schenkeln, etwas länger zu sein als beim Erwachsenen. Brauer betont bei seinem kleinen Kamerun-Fetus die scharf hervortretende Perissodactylie, welche dadurch zum Ausdrucke kommt, daß die mittlere Zehe viel stärker ist als die seitlichen, ferner die noch schwache Verbindung der Zehen mit dem elastischen Polster zum Klumpfuß. Beim vorliegenden Exemplar ist diese Verbindung bereits eine vollkommene, indem die Zehen ganz in den Klumpfuß einbezogen und äußerlich fast nur noch durch die mehr weniger vortretenden Hufe markiert erscheinen. Nur die Mittelzehe (dritte) ist vorne im distalen Teile noch etwas vorspringend und beiderseits neben dem Huf durch eine Furche abgegrenzt (Taf. I, Fig. 1). Auch an der Hand ist es der mittlere Finger, welcher am ehesten noch etwas selbstständig erscheint, jedoch nicht mehr in dem Grade, wie die Mittelzehe.

Die Hufe sind ziemlich flach, nagelförmig und mit ihrem unteren Rand mehr weniger auf die Sohle umgeschlagen. Zwischen dieser und dem Hufrand ist eine bis zu 5 *mm* dicke Lage filzigen Gewebes eingeschoben.

Am Vorderfuß befinden sich fünf, am Hinterfuß vier gut ausgebildete Hufe. Der aufsteigende Teil derselben ist mehr weniger halbkreisförmig und durchwegs breiter als hoch, jedoch in verschiedenem Verhältnis. Die Hufe der Hand sind etwas größer als die entsprechenden des Fußes, jedoch ist der Unterschied bei den meisten nur unbedeutend. Bekanntlich sind beim Elefanten die Vorderfüße etwas plumper als die Hinterfüße. Der Huf der Mittelzehe ist sowohl an den Vorderfüßen als auch an den Hinterfüßen der größte, doch hauptsächlich nur in bezug auf die Breite. Der Unterschied zwischen dem nächstgrößten, dem der vierten Zehe, ist jedoch nur gering und diesem folgt unmittelbar der Huf der zweiten Zehe (am Hinterfuß ist der Breitenunterschied relativ etwas größer). Dem Huf der zweiten Zehe kommt am Vorderfuß auch der Huf der fünften nahe, während der erste vordere und der fünfte hintere relativ klein sind (vgl. die Maßtabelle).

Alle Hufe zeigen eine mehr weniger deutliche, quermuldenförmige Vertiefung, welche bei den größeren ziemlich tief unten, bei den kleineren etwas höher liegt; bei jenen ist sie auch flacher. In ihrer oberen Partie sind sie schwärzlichgrau und werden nach unten zu lichter (weißlich). Die Oberfläche zeigt eine etwas radiär von unten nach oben verlaufende feinfurchige Struktur.

Maße des Fetus (in Millimeter).

(Rüsselmaße auch vom Neugebornen und vom Muttertier.)[1]

Stirn-Steißlänge	565
» » (Bandmaß)	650
» -Rüsselspitze (Bandmaß)	330
Rüsselbasis-Rüsselspitze, Oberseite (Bandmaß)	250
	(neon. 350; ad. basal unvollständig)
» » Unterseite (Bandmaß)	215
	(neon. 280; ad. 1070)

[1] Der Rüssel des Neugebornen ist in ziemlich stark kontrahiertem Zustande konserviert.

Kopf, größte Höhe, senkrecht zur Regio submentalis 164
» Umfang daselbst 478
» größte Breite (Wangengegend) 116
Rüssel, senkrechte Höhe am Beginn seiner Unterfläche 47
(neon. 63; ad. 207)
» Breite der Unterfläche (inklusive der Ränder) daselbst 62
(neon. 80; ad. 265)
» Umfang daselbst 185
(neon. 220; ad. 758)
» Höhe am Beginne des untersten Drittels 22
(neon. 32; ad. 125)
» Breite der Unterfläche daselbst 20
(neon. 41; ad. 165)
» Umfang daselbst 78
(neon. 125; ad. 420)
» dünnste Stelle, etwas über dem apikalen Ende, Höhe 13
(neon. 22; ad. 65)
» » » » » » » » Breite 18
(neon. 30; ad. 90)
» » » » » » » » Umfang 55
(neon. 88; ad. 252)
Rüsselende, senkrechter Durchmesser 16
(neon. 32; ad. 92)
» querer Durchmesser 20
(neon. 37; ad. 82)
» Umfang 62
(neon. 105; ad. 282)
Rüssel, fingerförmiger Fortsatz, Länge 9
(neon. 22; ad. 49)
» „ » Breite an seiner Basis 7
(neon. 20; ad. 45)
» » » Dicke an seiner Basis 4
(neon. 7; ad. 20)
» Hinterrand der Rüsselmündung, Dicke 6
(neon. 12; ad. 30)
Mundwinkel, Abstand zwischen beiden 76
Oberlippe, Breite des mittleren Abschnittes 30
» Länge des seitlichen Abschnittes 32
Stoßzahngrube, Länge 21
„ größte Tiefe 9
Unterlippe, Länge 68
» » des wulstigen Apikalteiles 25
» Breite des letzteren an der Basis 28
Augenhöhlengegend, Länge 42
» Höhe 29
Lidspalte, Länge 19
Lidränder, Länge 26

Nickhaut, Länge 7
Schläfedrüse, Entfernung vom hinteren Augenwinkel 38
» » » oberen Ende des Tragus 67
» Länge der Öffnung 3
Ohrmuschel, Entfernung ihres unteren Beginnes vom hinteren Augenwinkel 77
» Abstand zwischen dem oberen und unteren Beginn 77
» größte Länge 81
» » Höhe 120
» Höhe des Gehörganges am äußeren Ende 46
» Tragus, Länge 33
» Falte an der Innenseite der Basis, Länge 19
Hals, Höhe 138
» Breite 84
» Umfang 400
Schulterhöhe 350
Rumpf, größter senkrechter Durchmesser, etwas hinter der Mitte zwischen den Extremitätenpaaren . 253
» Breite daselbst 130
» Umfang 658
Vordere Extremität, freier Teil des Oberarmes, Länge vorne 18
» « » » » » hinten 100
» » Unterarm, Länge vorne 82
» » » » hinten 117
» » Hand, Länge vorne 86
» » » » hinten 52
» » Ellbogen, sagittaler Durchmesser 110
» » » transversaler Durchmesser 49
» » » Umfang 252
» » Handwurzelgelenk, sagittaler Durchmesser 41
» » » transversaler Durchmesser 47
» » » Umfang 145
» » Handsohle, sagittaler Durchmesser inklusive der Hufe 65
» » » transversaler Durchmesser 53
» » » Umfang 190
Hintere Extremität, freier Teil des Oberschenkels, Länge vorne 50
» » » » » » » hinten 90
» » Unterschenkel, Länge vorne 132
» » » » hinten 70
» » Fuß, Länge vorne 64
» » « » hinten 50
» » Knie, sagittaler Durchmesser 93
» » » transversaler Durchmesser 47
» » » Umfang 243
» » Fußwurzel, sagittaler Durchmesser 47
» » » transversaler Durchmesser 34
» » » Umfang 142
» » Fußsohle, sagittaler Durchmesser 70
» » » transversaler Durchmesser 44
» » » Umfang 179

Hufe:

Zehe	Vordere Extremität		Hintere Extremität	
	größte Höhe	größte Breite	größte Höhe	größte Breite
1.	13	16		
2.	17	22	15	19
3.	20	24	16	24
4.	19	22	16	22
5.	16	21	13	15

Milchdrüsen, Entfernung von der Kehlfurche 134
» » vom Nabel 164
» Abstand zwischen beiden 32
Nabel, Entfernung von der Vulva 30
» Längsdurchmesser an der Basis 33
» Querdurchmesser an der Basis 21
» Umfang an der Basis 80
Vulva, Länge 48
» Rima pudendi, Länge 38
» Große Schamlippe, größte Breite 7
Perineum, Länge (Bandmaß) 110
After, Höhe 14
» Breite 29
» Öffnung, Höhe 9
» » Breite 16
Schwanz, Länge der Oberseite (Bandmaß) 224
» » der Unterseite (Bandmaß) 210
» Umfang an der Basis 100

4. Über die Topographie des ersten Erscheinens der Haare bei den Säugetieren.

Die embryonale und jugendliche Behaarung der Säugetiere wurde — abgesehen von der des Menschen — in ihrer äußeren Erscheinung bis vor kurzem relativ wenig beachtet und zumeist nur ganz allgemein behandelt. Gleichwohl ist sie für das Verständnis der gesamten Behaarung von großer Wichtigkeit, da sich einzelne Verhältnisse, vom Beginn ihrer Entwicklung an verfolgt, viel einfacher und klarer darstellen, als im ausgebildeten Zustande. Beispielsweise sei nur an die in letzter Zeit erschienenen Publikationen über die Spürhaare (vgl. Haacke, Maurer (*b*), Kükenthal, Toldt (*a*), Japha, Bresslau, Sarasin u. a.) und über den Haarstrich [siehe insbesonders Schwalbe (*b*)] erinnert. Auch meine Studien über das Dreihaarformensystem (*b*) nahmen von der Entwicklung des ersten Haarkleides beim Fuchs ihren Ausgang. Hier möchte ich speziell auf das topographisch verschieden zeitliche Auftreten des ersten Haarkleides hinweisen (mit Ausschluß der jeweils auf bestimmte Stellen beschränkten, zumeist besonders früh auftretenden Spürhaare). Darüber finden sich wohl in Arbeiten über das Säugetierintegument oder in Besprechungen von Säugetierfeten in bezug auf den ganzen Körper oder nur auf gewisse Stellen gelegenthe Bemerkungen, so zum Beispiel bereits bei Heusinger, Eschricht, ferner bei Maurer (*a*), Roemer, Keibel (*b*), Bosch u. v. a. Eine genauere Darstellung dieser Verhältnisse haben kürzlich Chaine beim

Kaninchen, Schwalbe (*b*) bei Affen und ich (*a*) bereits vorher beim Fuchs und später bei der Hauskatze (*c*) gegeben (s. a. Hickl bei Schweinefeten). Eine besondere vergleichende Behandlung hat dieser Gegenstand meines Wissens bisher jedoch nicht erfahren. Ich kann mich hier auch nicht eingehender damit befassen, sondern muß mich darauf beschränken, einen Einblick in diese Verhältnisse zu geben.

Zunächst erscheint es sicher, daß das topographisch verschieden zeitliche Auftreten der ersten Behaarung bei den Individuen einer Art im allgemeinen ziemlich konstant, bei den einzelnen Säugetierarten aber — im Gegensatz zu einer seinerzeitigen Bemerkung Eschricht's — sehr verschieden und mitunter, besonders in bezug auf einzelne Körperstellen, ganz eigenartig ist. Die Verschiedenheiten im zeitlichen Erscheinen der Haare stehen in den einzelnen Fällen vielfach mit gewissen spezifischen Behaarungsverhältnissen (Länge, Stärke und Pigmentierung) im Zusammenhang, doch haben solche Beziehungen, wie ich bereits seinerzeit (*c*) auseinandergesetzt habe und auch aus Nachstehendem hervorgeht, keine allgemeine Giltigkeit. Hiebei ist allerdings zu bedenken, daß es sich beim ersten Auftreten der Haare nur um das ontogenetisch erste Haarkleid handelt, welches von jenem der erwachsenen Tiere mitunter wesentlich verschieden erscheint (zum Beispiel beim Fuchs hinsichtlich der Färbung und der Haarformendetails).

Als eine weit verbreitete Erscheinung ist zunächst zu erwähnen, daß die allgemeine Haarentwicklung an den dorsalen beziehungsweise äußeren Gebieten des Rumpfes und der Extremitäten jener an der Ventralseite beziehungsweise an der Innenseite vorausgeht (abgesehen von gewissen epithelialen Bildungen, z. T. Sinushaaranlagen, siehe u. a. Pinkus, Bresslau). Das trifft im allgemeinen zum Beispiel beim Fuchs zu und scheint auch beim Menschen (siehe Schwalbe) der Fall zu sein. Ferner sei hier speziell die Angabe Kükenthal's (*b*) erwähnt, daß bei einem 51 *cm* langen Embryo von *Manatus köllikeri* Kükth. die Behaarung am Bauche zarter und spärlicher ist als am Rücken. (Auch die bei *Echidna* und *Erinaceus* auf den Rücken beschränkten Stacheln treten früher auf als die Haaranlagen am Bauche.) Bei unserem Elefantenfetus erscheinen die Haare dagegen am Rumpfe zuerst im ventralen Teile der Flanken. Noch allgemeiner scheint es zu sein, daß die Haare an relativ zarten und gegen ein freies Ende zu liegenden Körperteilen, so besonders an den distalen Teilen der Extremitäten, relativ spät erscheinen; doch gibt es auch hier Ausnahmen, und zwar nicht nur in Fällen, in welchen die Haare beim Erwachsenen an solchen Stellen besonders mächtig entwickelt sind, wie zum Beispiel am Schwanzende des Rindes (Heusinger), sondern auch, wenn dies nicht der Fall ist [zum Beispiel am Schwanze mancher Affen, siehe bei Schwalbe (*b*), ferner Toldt (*c*)].

Im besondern seien bezüglich des ersten Auftretens des Haarkleides folgende Beispiele angeführt. Während sich die allgemeine Körperbehaarung am Rumpfe beim Fuchs zuerst beiderseits am Nacken und am hinteren Teile der Flanken am stärksten entwickelt, ist das nach Chaine beim Kaninchen zunächst im vorderen Körperabschnitt der Fall. Für Affenembryonen gilt nach Schwalbe (*b*) im allgemeinen dasselbe, jedoch nur in bezug auf den dorsalen Teil dieser Körperabschnitte (Kopf, Nacken, vorderer Teil des Rückens). Beim Menschen erscheinen die Haare (abgesehen von den Augenbrauen) nach verschiedenen Autoren zuerst im Scheitelgebiet, von welchem aus sie sich kaudal weiter ausbreiten; nach Schwalbe stimmt diese Regel jedoch nicht genau. Beim Igel folgen die Stacheln der Flächenentwicklung des Hautmuskels; dieser entsteht jederseits an den Flanken aus einer besonderen Anlage und beide breiten sich allmählich dorsal aus, um schließlich in der Mittellinie des Rückens zu verschmelzen; das Auftreten der Stacheln geht in der gleichen Reihenfolge vor sich (siehe Jacobfeuerborn; vgl. auch den Elefanten). Bei den Fuchsembryonen treten die Haare in der Mittellinie des Rückens später als seitlich von derselben auf (das gilt außer für die einigermaßen ähnlichen Verhältnisse beim Igel auch für den Schnabeligel, siehe Roemer); damit hängt offenbar zusammen, daß in der weiteren Entwicklung des Fuchses die Behaarung entlang des Rückgrates etwas kürzer ist als beiderseits desselben. Das entspricht auch den Verhältnissen beim erwachsenen Tier, dessen Fell im Gegensatz zu dem monotonen Erstlingskleid an dieser Stelle zumeist auch durch eine dunklere Färbung ausgezeichnet ist. Beim Kaninchen und bei den Affen im allgemeinen

scheint sich die Behaarung in der Mittellinie des Rückens gleichzeitig wie in ihrer Umgebung zu entwickeln. Dagegen ist nach Deniker bei einem Gorillafetus von 135 *mm* Scheitel-Steißlänge der Rücken bis auf den Nacken und die Lendenregion nackt, während hier, sowie stellenweise (in longitudinalen Streifen, vgl. a. die Schweinefeten) an den Flanken und in der Bauchgegend die Haarspitzen bereits durchgebrochen sind.

Von einem zirka acht Monate alten Tschegofetus berichtet Friedenthal (*a*), daß das ganze Schädeldach in derselben Ausdehnung, in welcher beim Menschen später (von der zweiten Haargeneration an) lange Kopfhaare hervorwachsen, mit auffallend starken und langen Haaren bedeckt ist. Daß die Kopfbehaarung bei den Säugetierembryonen relativ mächtig sein kann, hat auch Chaine vom Kaninchen und Schwalbe von einzelnen Affen erwähnt. In besonders auffallender Weise ist das aber bei zwei mir vorliegenden aus einem Uterus stammenden Feten von *Procavia oweni* Thos., Taf. IV, Fig. 8, der Fall (Scheitel-Steißlänge 130 *mm*; coll. Dr. A. Klaptocz, Franz. Guinea 1912). Die in Büscheln zu 3 bis 5 angeordneten Kopfhaare sind 3 *mm* lang, während am Rumpfe — abgesehen von den hier allenthalben in großen Abständen zerstreuten, bereits zirka 12 *mm* langen und mit deutlichen Blutsinus versehenen Borsten[1] — selbst die stärkeren Haare (Leithaare) noch kaum $^1/_2$ *mm* lang sind. Der Unterschied im Gesamteindruck wird allerdings auch durch die dunkle Färbung der Haare erhöht, welche am Kopfe bereits deutlich, am Rumpfe dagegen naturgemäß noch nicht recht zur Geltung kommt. An diesem sind die Haare im Gegensatz zu den Fuchsfeten in Fortsetzung der Kopfbehaarung entlang der Rückenmitte, besonders bis zur Drüse, am vorgeschrittensten, jedoch nicht in dem Maße wie am Kopfe. Die Kopfbehaarung der erwachsenen Klippschliefer zeigt bekanntlich nichts besonderes. Sie ist relativ nicht länger als bei den meisten andern Säugetieren und wesentlich kürzer als das Haarkleid des Rumpfes. Man könnte die auffallende Verschiedenheit in dem Entwicklungszustand der Behaarung etwa so deuten, daß die Rumpfhaut zunächst hauptsächlich mit der Bildung der Borsten in Anspruch genommen ist und daher die Entwicklung der übrigen Haare hier vorläufig zurückbleibt; die einfache Behaarung des Kopfes kann sich dagegen von vornherein gleichmäßig entwickeln. Die Rückenmittellinie ist beim Erwachsenen nicht wesentlich länger behaart als an den Seiten des Rückens.

Diese Verhältnisse wären jeweils noch eingehender zu verfolgen, so namentlich mit genauerer Berücksichtigung der verschiedenen Entwicklungsperioden der Haare (erste Anlage bis Spitzendurchbruch, Längenwachstum des durchgebrochenen Schaftes etc.) und hinsichtlich des Alters der Embryonen, wie es besonders vom Menschen bereits seit längerer Zeit bekannt ist (siehe zum Beispiel Kölliker, Entwicklungsgeschichte 1863, ferner Keibel [*b*] etc.). Hier sei nur an die frühzeitige epidermale Differenzierung an Hautstellen mit später dunkler Fellzeichnung bei Katzenembryonen erinnert (s. Toldt [*c*] und die daselbst angeführte Beobachtung von Schumacher's bei Schweinefeten, s. a. Hickl). Hierbei muß jedoch hervorgehoben werden, daß, wie ich beispielsweise seinerzeit bezüglich der Spürhaare des Fuchses ausgeführt habe, die Anlagen mancher Haare in frühen Stadien relativ groß sind. Das ist, wie es scheint, auch an den Augenlidern der Katzenembryonen der Fall, obgleich die Haare im weiteren Entwicklungsverlaufe hier ganz unscheinbar sind.

Diese Betrachtungen geben bereits einigermaßen ein Bild von der Art, beziehungsweise von der Mannigfaltigkeit des ersten Auftretens der Behaarung bei den Säugetieren und seinen Beziehungen zum gesamten Haarkleid.

5. Bemerkungen über das Integument von Procaviafeten.

Bei dieser Gelegenheit sei noch einiges über die eben erwähnten Procaviafeten bemerkt. Von einer eingehenderen Besprechung von Feten dieser Gattung ist mir nur die in russischer Sprache abgefaßte Abhandlung von N. Nassonow (*b*) bekannt. Den ziemlich schematisch gehaltenen Abbildungen nach scheinen unsere Feten etwas jünger zu sein. Die Rückendrüse ist nicht dargestellt. Bei unseren Feten

[1] An der Schnauze messen die längsten Spürhaare 20 *mm*.

(Taf. IV, Fig. 8) fällt dagegen ihre Lage durch einen lichteren Ton der Haut deutlich auf. Ferner erkennt man in ihrem caudaulen Teile bereits das eigentliche kleine, unbehaarte Drüsenfeld mit einer Anzahl ziemlich großer Poren, sowie kranial davor anschließend das größere Gebiet mit gegen das unbehaarte Feld gerichteten, relativ langen Haaren, welche im Gegensatz zu den schwärzlichen Haaren der Umgebung licht gelblich sind. Die allenthalben über den Körper zerstreuten langen Borsten (Spürhaare) sind nicht so zahlreich als sie in Nassonow's Figuren, insbesondere entlang des Rückens dargestellt sind, und stehen namentlich am Hinterrücken seitlich von der Mittellinie in ziemlich regelmäßigen Längsreihen. Die Haare der allgemeinen Körperbehaarung stehen noch nicht, wie Nassonow's Abbildungen zeigen, fast durchwegs in Dreiergruppen. Bei unseren Embryonen trifft das hauptsächlich nur für die kleineren Haare zu, von denen aber vielfach nur die Spitze des Mittelhaares durgebrochen ist; bei den Dreiergruppen, bei welchen alle drei Haarspitzen bereits durchgebrochen sind, ist das Mittelhaar meistens besonders stark. Endlich gibt es noch Gruppen, in welchen alle drei Haare relativ kräftig sind. Zwischen all diesen Gruppen sind allenthalben in relativ großen, gleichmäßigen Abständen die zirka $^1/_2$ *mm* langen kräftigen Spitzen der Leithaare (nicht der Borsten!) — zumeist ohne Nebenhaare — verteilt. Da jede der ziemlich dicht beisammenstehenden Haargruppen in stark schräger Richtung aus einer schwachen Hautvertiefung hervortritt, erscheint die Hautoberfläche durch kleine, eng beisammenliegende und der Quere nach ziemlich regelmäßig alternierende Stufen zart profiliert.

Die Haut ist an der Körperoberseite mit Ausnahme des Drüsenfleckes ziemlich dunkelgrau. Diese Färbung rührt hauptsächlich von einer interessanten Kombination von Epidermis- und Coriumpigment her (Taf. IV, Fig. 9). Ersteres bildet relativ kleine, getrennt nebeneinanderliegende, ziemlich intensiv braune, unregelmäßig verästelte Sternfiguren von grobkörniger, vielfach diskontinuierlicher Beschaffenheit; es findet sich in der malpighischen Schicht und besonders in den äußeren Haarwurzelscheiden. Die gleichfalls verästelten Figuren im Corium sind viel ausgedehnter und durchziehen das Gewebe wie ein lockermaschiges Netz; sie sind ferner lichter, zeigen keine so deutliche Körnchenstruktur und sind auch mehr kontinuierlich. Zum Teil trägt zur Hautfärbung auch der Follikelteil der pigmentierten Haare bei. Die Unterseite des Körpers ist, von der Oberseite ziemlich scharf abgegrenzt, lichtgelblich; hier ist das Hautpigment, insbesondere das des Coriums, sehr spärlich und die einzelnen Figuren sind kleiner; desgleichen sind die Haare mit Ausnahme der (dunklen) Borsten der vorderen Körperhälfte ganz licht.

6. Uber die Behaarung des Elefantenfetus.

Über die bisherige Kenntnis von der Behaarung von Elefantenfeten.

Bei den Elefantenfeten von Seba, Gray, Lönnberg und Brauer (*a*) wird von der Anwesenheit von Haaren noch nichts erwähnt. Die Exemplare der drei letzteren Autoren sind offenbar noch zu jung, als daß äußerlich Spuren von Haaren erkennbar wären. Bei dem Seba'schen Fetus (»pellis ejus glabra prorsus est omnique pilo nuda«) dürften jedoch wenigstens an der Schwanzspitze bereits Härchen vorhanden gewesen sein; denn dieser Embryo ist nur unbedeutend kleiner als der Zimmermann'sche und für diesen wird als einzige Stelle mit Haaren die Schwanzspitze angegeben. Diese ist aber bei dem Seba'schen Exemplar, der Abbildung nach zu schließen, defekt.

Die Schwanzspitze wäre also die Stelle, an welcher beim Elefanten die Haare zuerst auftreten, doch erscheint es — wenigstens nach den Längenverhältnissen der Haare am Wiener Fetus — nicht ganz ausgeschlossen, daß bei den genannten Feten auch bereits an andern Stellen, etwa an der Rüsselspitze und an der Unterlippe, Härchen vorhanden gewesen sind; vielleicht waren sie hier nur nicht gut erhalten oder wurden übersehen.

Der nächstgrößte Fetus ist der Turner'sche, welcher den unsern beinahe an Größe erreicht. Turner macht über dessen Behaarung folgende ganz allgemeine Angaben: »The general surface of the skin was without hairs, but short delicate hairs were present in the following localities: — the outer surface of the lower lip;

the skin of the trunk, especially about and within the nostrils; the external auditory meatus; and the upper border of the tragus.« Die Lumbar- und Sacralregion war bei diesem Individuum beschädigt (so fehlte auch der Schwanz) und daher konnten die Behaarungsverhältnisse hier nicht mehr untersucht werden. Ferner bemerkt Turner noch, daß von Augenbrauen und -wimpern nichts zu sehen ist.

Allgemeines über die Behaarung des Fetus.

Wie aus der Übersichtsskizze (Taf. II, Fig. 2) zu ersehen ist, sind auch bei dem Wiener Exemplar die Haare erst an einzelnen, ziemlich gut umgrenzten Hautgebieten deutlich durchgebrochen. So befindet sich ein mehr weniger zusammenhängendes und gleichmäßiges Behaarungsgebiet in der Scheitel-Schläfengegend, ferner — was bereits vorhin gegenüber den Verhältnissen bei andern Säugetieren hervorgehoben wurde — jederseits seitlich am Bauche, dann an der Außenseite der Extremitäten und am Perineum. Auch die Umgebung des Mundes mit Einschluß des Rüssels bildet ein besonderes Gebiet für sich, innerhalb dessen die Behaarung an einzelnen Stellen in verschiedener, charakteristischer Weise ausgebildet ist. Das nämliche gilt bis zu einem gewissen Grade vom distalen Teile des Schwanzes, von der Umgebung des Ohreinganges und den Augenlidern. Endlich findet sich je ein einzelnes, eng umgrenztes Haarbüschel in der Schläfedrüsenmündung und in der Submentalregion. Eine lockere, bogenförmige Reihe bilden fünf Härchen an der vorderen oberen Grenze der Augengegend; sie entsprechen offenbar den Pili supraorbitales. Um diese Verhältnisse zu erkennen, bedarf es stellenweise einer sehr genauen Untersuchung, da die vielfach sehr zarten Haarspitzen sich von der dunkeln Haut oft kaum abheben.

Die längsten (bis zu 7 *mm*) und stärksten Haare befinden sich an der Schwanz- und Rüsselspitze und an der Unterlippe. Soweit die Haare die Haut durchbrochen haben, sind sie glänzend licht (weißlich): rings um die Mundöffnung, am Rüssel — mit Ausnahme einzelner an seiner Dorsalfläche — und im submentalen Büschel; mehr weniger dunkel sind die Wimpern, die Brauen, das Schläfedrüsenbüschel und die Schwanzhaare. Einzelne dunkle Härchen finden sich, wie eben bemerkt, auch an der Oberseite des Rüssels. Die kurzen Haarspitzen an den Extremitäten scheinen an den vorderen im allgemeinen etwas dunkler zu sein als an den hinteren.

An den übrigen Körperstellen ist die Hautoberfläche scheinbar nackt; doch kann man stellenweise auch an diesen, zum Beispiel am Rücken, bei stärkerer Lupenvergrößerung ziemlich gleichmäßig zarte Haarspitzen wahrnehmen, welche in Abständen von zirka 3 *mm* ohne bestimmte Regelmäßigkeit in der Haut zerstreut liegen. Die Zartheit und lockere Verteilung der eben genannten Haarspitzen bringt es mit sich, daß diese Behaarung nicht deutlicher zum Ausdrucke kommt. Bei stärkerer Vergrößerung sieht man hier, wie auch bei andern Haaren, daß sie an der Austrittsstelle aus der Haut von einem kleinen, lichten Hof umgeben sind, welcher seinerseits schwärzlich umrandet ist.

Daubenton (*b*) gibt von seinem von der Schwanzspitze bis zum After zirka 44 *cm* messenden Flußpferdfetus an, daß sich »poils naissans« rings um die Nasenöffnungen und den Mund, an der Schnauzenspitze sowie rings um die Ohren und um die Spitze des (platten) Schwanzes befinden; sie sind blond und die am Schwanze etwas über 10 *mm* lang.

Von Nashornfeten ist mir keiner von geeigneter Größe bekannt (vgl. p. 6 und 10).

Die Haare des Elefantenfetus haben, soweit sie durchgebrochen sind, eine stichelartige, zumeist etwas gebogene Form mit mehr weniger fein zulaufendem, mitunter sich ziemlich rasch verjüngendem Spitzenteil; die Spitze selbst endigt abgerundet und ist mitunter etwas aufgefranst. Die basale Hälfte der stärkeren Haare, zum Beispiel vom Schwanze, macht bereits einen ziemlich festen Eindruck, während ihr apikaler Teil sowie die zarten Haare im ganzen noch weich sind und daher vielfach unregelmäßig wellige Konturen zeigen. Manche Haare sind streckenweise mit einer lockeren durchsichtigen Hülle umgeben. Das Oberhäutchen, welches nach Möbius bei den Terminalborsten des Elefanten stets vorhanden ist, ist auch bei den Erstlingshaaren meistens ohne Schwierigkeit nachweisbar. Seine Schüppchen sind anliegend und an

stärkeren Haarstrecken 4 bis 8 μ lang und relativ etwas mehr in die Breite gestreckt, als jene auf den Abbildungen von Terminalhaaren bei Möbius. Die zumeist ganz lichte Rindensubstanz ist zart längsgestrichelt. In den besonders basal etwas dunkel getonten Haaren des Schwanzes liegen die gelblichbraunen Pigmentkörnchen allenthalben ziemlich gleichmäßig in der Rindensubstanz verteilt. Sie sind sehr fein, so daß die Pigmentierung fast diffus erscheint. Mitunter, besonders an Haaren der Unterlippe, finden sich, in der Rinde lose zerstreut, longitudinal gerichtete, langgestreckt spindelförmige Gruppen dunkler Pünktchen in einreihiger Anordnung; sie liegen der Schaftachse mehr weniger genähert, oft aber auch ziemlich nahe der Oberfläche. Diese Gebilde erinnern einigermaßen an die Pigmentgruppen, welche Möbius von den Terminalhaaren erwachsener Elefanten abgebildet hat. In der Achse der Embryonalhaare finden sich jedoch neben zahlreichen einzelnen Pünktchen vielfach scheinbar ganz gleiche Gebilde sehr zahlreich und bilden streckenweise einen ungleichmäßigen, mehr weniger dicken, gegen seine Oberfläche zu lockerer gefügten Strang, welcher bei Abblendung lufthaltig erscheint und dem Markstrang entspricht. Mitunter liegen in demselben größere Luftansammlungen in Form von unregelmäßig langgestreckten Bläschen. Am stärksten ist dieser Strang im basalen Teile der Schwanzborsten ausgebildet. Nach Möbius enthalten beim erwachsenen Elefanten nur die dickeren Haare Markzellen, und zwar mäßig dicke Haare einen einfachen, dicke mehrfache Markstränge. Vielleicht sind die bei den Embryonalhaaren erwähnten, außerhalb des Stranges gelegenen Bläschengruppen eine den mehrfachen Marksträngen analoge Erscheinung. Hier möchte ich noch bemerken, daß ich auch bei lichten Borsten eines erwachsenen Elefanten solche isolierte, lufthaltige Gruppen fand (vgl. a. Smith).

Die Haare vom Rüssel des Neugebornen, welche eine Länge bis zu 40 *mm* erreichen können, zeigen ähnliche Verhältnisse. Eine Hülle um den Schaft habe ich hier nicht mehr gefunden. Das ziemlich weit apikal reichende Mark ist auch im basalen Schaftteile zunächst noch ungleichmäßig ausgebildet, oft unregelmäßig fleckig und zeigt mitunter auf kurze Strecken zwei eng nebeneinanderliegende lufthaltige Stränge. Bei längeren Haaren wird der Strang im basalen Teile regelmäßig und ziemlich breit.

Beim erwachsenen asiatischen Elefanten messen nach Möbius die stärkeren Haare 200 bis 320 μ im Durchmesser, die zarten 80 bis 150 μ. Beim Neugebornen beträgt dieses Maß an der Basis, also am stärksten Teile, 95 bis 170 μ, beim Fetus 38 bis 45 μ; davon entfällt beide Male zirka $^1/_5$ auf die Dicke des Markstranges. (Die Längenmaße sowie die allgemeine Färbung der Haare werden jeweils bei der speziellen Besprechung angegeben.) Abbildungen von Haarteilen eines neugebornen Elefanten finden sich in Friedenthal's Tierhaaratlas.

Ob es sich bei den Haaren des Neugebornen um dieselbe Generation handelt, wie bei jenen des Fetus, das heißt, ob inzwischen ein Haarwechsel stattgefunden hat oder nicht, sei dahingestellt. Ich vermute das erstere, da die fetalen Haare doch zarter sind als der entsprechende Spitzenteil der Haare des Neugebornen; auch stellt bekanntlich bei andern Säugern das Haarkleid desselben bereits eine zweite Generation dar (Mensch; *Halicore dugong* Ill.?, Kükenthal [*b*].) Andrerseits wäre es nicht ausgeschlossen, daß der fetale Teil an der Spitze der Haare des Neugebornen abgestoßen wurde; doch erscheint auch die Spitze der letzteren vielfach noch so weich, als wäre sie die ursprüngliche. Die gleichartige Anordnung der verschiedenen Haarsorten (besonders am Rüssel und Schwanz) bei beiden Individuen würde in erster Linie dafür sprechen, daß es sich um dieselbe Haargeneration handelt, doch ist sie ja auch bei der Behaarung des Erwachsenen im Prinzipe dieselbe.

Bekanntlich hat Möbius darauf hingewiesen, daß die jetzt lebenden Elefanten in ähnlicher Weise wie das viel stärker behaarte Mammut zwischen langen, borstenartigen Grannenhaaren auch kürzere, dünne Flaumhaare besitzen (vgl. a. Smith). Eine scharfe Grenze zwischen beiden gibt es, wenigstens bei den heutigen Elefanten, hinsichtlich der allgemeinen Körperbehaarung nicht, sondern es finden sich, wie ich seinerzeit (*b*) bemerkt habe, in bezug auf Länge und Stärke verschiedene Übergangsformen. Eine bestimmte Anordnung der einzelnen Haarsorten ist — abgesehen davon, daß die stärkeren Haare bedeutend spärlicher zerstreut sind und, wie ich bei manchen Elefanten gesehen habe, mitunter zwei Haare nahe beisammen stehen — im all-

gemeinen weder beim Mammut (Möbius), noch bei den rezenten Elefanten (de Meijere) zu erkennen. Auch beim Fetus konnte ich, abgesehen von den Verhältnissen am Rüssel und Schwanz, nichts Genaueres feststellen.

Bei den Flußpferden und Nashörnern scheinen mitunter Gruppenbildungen von Haaren vorzukommen (de Meijere). Von den Sirenen sei hervorgehoben, daß bei größeren Feten von *Halicore dugong* die stärkeren Haare besonders am Rücken deutlich in Längsreihen angeordnet sind (siehe insbesondere Kükenthal [*b*]). Die Procaviiden, unter welchen die auf Bäumen lebenden Formen (*Dendrohyrax*) eine etwas längere Behaarung besitzen als die Klippschliefer, haben, wie ich seinerzeit ausgeführt habe, ziemlich gut ausgeprägte Leithaare. Diese wären, wenn man dieses Haarkleid mit jenem des Mammuts in Verbindung bringen wollte, mit den starken Haaren desselben gleichzustellen. Die Leithaare von *Procavia* überragen allerdings die allgemeine Behaarung nicht so beträchtlich, wie das beim Mammut der Fall gewesen zu sein scheint. Damit würden bei ersterer eher die Rumpfspürhaare übereinstimmen; diese sind jedoch relativ spärlich und weit — beim Fetus bereits zirka 8 *mm* — voneinander entfernt (Abstand zwischen den stärkeren Haaren beim Mammut 4 bis 5 *mm*). Nach de Meijere stehen die Haare bei *Procavia* (am Rücken) in Gruppen von 10 bis 15 Stück, von welchen eins in der Mitte etwas stärker ist (vgl. a. p. 23 [281]. Die feinere Struktur der Haare hat eine gewisse Ähnlichkeit mit jener der Elefantenhaare, bedarf jedoch noch einer eingehenderen Untersuchung (besonders bezüglich der Markverhältnisse). Ich glaube übrigens, daß man den Behaarungsverhältnissen im allgemeinen keinen besonderen Wert für die Beurteilung verwandtschaftlicher Beziehungen zwischen Procaviiden und Elephantiden beimessen kann.

Auch bei der folgenden speziellen Besprechung der Behaarung unseres Fetus wird diese mit der ganz junger, halberwachsener und erwachsener Elefanten sowie mit der des Mammuts kurz verglichen. Ebenso werden die Nashörner, Flußpferde und Procaviiden sowie die Sirenen und Cetaceen fallweise herangezogen; das geschieht naturgemäß nur zum geringsten Teile in Hinsicht auf verwandtschaftliche Beziehungen, sondern hauptsächlich, um die Verhältnisse bei einigen haararmen Formen im allgemeinen zu vergleichen. Zuvor sei noch folgendes bemerkt.

Wie zum Teil bereits von früheren Autoren ausgeführt wurde, haben die uns gewöhnlich zur Verfügung stehenden Elefanten (desgleichen zum Teil auch die Nashörner und Flußpferde) — soweit es sich um solche handelt, die den ersten Lebensjahren entwachsen sind — zumeist bereits eine geraume Zeit in Gefangenschaft zugebracht. Solche Exemplare sind für diese Untersuchungen wenig geeignet, da bei ihnen die Haare durch das Reiben an den Käfigwänden, beziehungsweise -gittern, durch das Abbürsten von seiten des Wärters etc. besonders stark beschädigt und vielfach an der Basis abgebrochen sind. Das muß man bei derartigen Studien besonders beachten; dann erscheinen auch die Elefanten, ähnlich wie es Weber vom Flußpferd hervorgehoben hat, nicht so haararm, als es vielfach angegeben wird. In der Literatur fand ich nur wenig ausreichende Angaben (vgl. die Zusammenstellung bei Möbius) und so muß ich mich hauptsächlich auf einige Beobachtungen beschränken, welche ich an dem feucht konservierten Rüssel des Neugebornen und des Muttertieres sowie an einigen gestopften Exemplaren des Wiener Hofmuseums und an den eingangs erwähnten lebenden Individuen der Schönbrunner Menagerie machen konnte. Die Untersuchung der lebenden Tiere konnte naturgemäß keine gründliche sein.

Betreffs des Mammuts vergleiche die Publikationen von Möbius, Pfizenmayer u. a.; die 1907 und 1909 erschienenen Abhandlungen von Salensky kenne ich leider nur aus einem Referate. Von einigem Interesse sind auch die bildlichen Mammutdarstellungen des diluvialen Menschen, welche bekanntlich namentlich in letzter Zeit an Höhlenwänden in Frankreich, Spanien u. a. O. vorgefunden wurden (siehe Taf. V, Fig. 13).

Bezüglich der Nashörner, welche bekanntlich im Diluvium gleichfalls durch dichtbehaarte Arten vertreten waren, habe ich mich hauptsächlich auf ein gestopftes und ein lebendes Exemplar von der relativ stark behaarten Art *Rhinoceros sumatrensis* Cuv. gestützt und beim Flußpferd auf die Arbeit von Weber

sowie auf eigene Beobachtungen an lebenden Exemplaren. Auf allfällige individuelle Unterschiede konnte ich hiebei naturgemäß nicht näher eingehen. Hinsichtlich der Sirenen und Cetaceen, welche bezüglich ihres Integuments bekanntlich eine große Ähnlichkeit aufweisen, hier jedoch nur wenig in Betracht kommen, liegt eine Reihe von Untersuchungen, besonders über fetales Material vor (siehe namentlich Kükenthal, Japha). Bei den Procaviiden kamen mir unter andern die beiden vorliegenden Feten zustatten.

Bei haararmen Tieren ist fetales, beziehungsweise jugendliches Material für das eingehendere Studium der Behaarung besonders wichtig. Das haben bereits die erwähnten Untersuchungen über die Sirenen und Cetaceen ergeben, sowie die Arbeit von Weber, obgleich ihm nur ein Hautstück von der Kopf-Halsregion eines neugebornen Flußpferdes zur Verfügung stand. Ein weiteres Beispiel bildet der vorliegende Elefantenfetus. Leider beziehen sich die letzten Fälle nur auf ein Entwicklungsstadium und nur von einer Art. Über die Nashörner scheinen diesbezüglich noch keine eingehenderen Beobachtungen vorzuliegen.

Bekanntlich erscheinen die Neugebornen und Jungen der Elefanten — wie in gewisser Hinsicht auch die der Nashörner, Flußpferde und Sirenen (Feten) — stärker behaart als die Erwachsenen. Hiebei handelt es sich speziell bei den Elefanten nicht so fast um eine dichtere Anordnung der Haare als um eine bedeutendere Länge derselben.[1] Das gilt vielfach auch für die bald mehr bald weniger stark behaarten Stellen bei den Erwachsenen; denn bei diesen sind selbst die fast nackt erscheinenden Stellen zumeist mit kurzen, vielfach relativ zarten Haaren bedeckt. Der Abstand zwischen den einzelnen Haaren der verschiedenen Haarstärken ist nach Möbius an den einzelnen Körperstellen ziemlich schwankend, doch scheint mir das nicht in dem Maße der Fall zu sein, als daß dadurch allein die Stärke der Behaarung eine wesentliche Verschiedenheit zeigen würde. Erwähnt sei auch, daß die Behaarung bei den Elefanten an den Stellen, welche nicht besonders lang behaart sind, bei der direkten Aufsicht auf die Haut nicht leicht zu sehen ist, da die Haare zumeist sehr steil implantiert sind und sich auch in der Färbung nicht gut von der Haut abheben. Man erkennt sie besser, wenn man den Blick parallel zur Hautfläche richtet, wobei die Behaarung durch das Tageslicht einen lichten Hintergrund erhält.

Das Scheitel-Schläfengebiet.

Das Scheitel-Schläfengebiet erstreckt sich in Form eines haubenförmigen, zirka 50*mm* breiten Bandes vom Scheitel beiderseits an die Schläfe herab bis ungefähr in die Höhe des unteren Endes der Ohrmuschelbasis (Taf. II, Fig. 2). Seine hintere Grenze reicht nahe an diese heran; die vordere erstreckt sich nicht ganz bis zur Augengegend. Die Haare sind am Scheitel am längsten (gegen 5 *mm*) und zahlreichsten und werden nach allen Richtungen hin allmählich kürzer und spärlicher. Die Behaarung dieses Gebietes ist also gewissermaßen vom Scheitel ausgegangen. Im allgemeinen sind die Haare ziemlich gleichmäßig verteilt und treten in Abständen von zirka 2 *mm* einzeln aus der Haut hervor; nur nahe dem oberen Ende der Ohrmuschel ragen mitunter zwei Härchen aus einer Öffnung heraus. Eine Reihenstellung ist nur stellenweise angedeutet.

Die Richtung der Härchen läßt sich nicht überall sicher feststellen, da sie noch sehr zart und kurz sind und mitunter auch künstlich aus ihrer natürlichen Lage gebracht sein dürften. Median am Scheitel sind sie gerade nach hinten gerichtet, seitlich davon etwas lateral; am hinteren Rande der Scheitelpartie ist ihre Richtung unregelmäßig, vorherrschend beiderseits medial konvergierend. Im vorderen Teile der Schläfepartie sind die Härchen nach unten, im hinteren nach oben gerichtet.

Das Scheitelgebiet ist bekanntlich auch bei den jungen und erwachsenen Elefanten relativ stark haarig. Auch bei einer Reihe von bildlichen Mammutdarstellungen des diluvialen Menschen ist unter anderem die Behaarung an dieser Stelle besonders hervorgehoben (Taf. V, Fig. 13).

---

[1] Auf dem gleichen Umstand beruht zum Beispiel auch die Verschiedenheit in der Dichte des Winter- und Sommerfelles beim Hermelin (Schwalbe [*a*]).

Die Rumpfbehaarung.

Am seitlichen Bauchgebiet ist die Behaarung etwas schwächer als am Scheitel, jedoch gegenüber der noch nackt erscheinenden Rücken- und medianen Bauchpartie immerhin noch auffallend gut entwickelt (Taf. II, Fig. 2). Sie bildet jederseits zwischen der Oberarm- und Oberschenkelfalte einen ziemlich gleichmäßigen, zirka 50 *mm* breiten Längsstreifen. Die Härchen sind zirka 2 *mm* lang und stehen ungefähr 5 *mm* voneinander entfernt. Sie sind vorherrschend nach abwärts gerichtet, im vorderen Teile unten jedoch zumeist nach vorne.

Bei den jungen Elefanten sind bekanntlich der Bauch und die ganzen Rumpfseiten bis unterhalb des Rückgrates hinauf ziemlich lang, bei den erwachsenen relativ kurz behaart; diese Behaarung ist jedoch keineswegs eine gleichmäßige. Besonders dicht ist sie meistens unterhalb des Rückgrates, namentlich in den Einsenkungen hinter der Schulter und vor dem Darmbeinkamm. Bei älteren Tieren dürfte das wohl zum Teil darauf zurückzuführen sein, daß diese Stellen vor mechanischer Abnutzung relativ geschützt sind. Die eigentliche, stark vorspringende Rückgratpartie erscheint meistens beinahe nackt. Bei der »Greti« ist sie aber noch deutlich behaart. Die mediane Bauchpartie ist mehr weniger stark behaart; die seitliche, beim Fetus eine relativ vorgeschrittene Haarentwicklung zeigende Partie fand ich jedoch nur in einzelnen Fällen, zum Beispiel bei einem gestopften afrikanischen Männchen, etwas länger behaart als die mediane; dabei nimmt sie auch gegen den Rücken zu allmählich an Länge ab. Das Haarkleid des Mammuts war nach Pfizenmayer dem des Moschusochsen am ähnlichsten. Beim Mammut von der Beresowka war es an den Seiten des Rumpfes stark entwickelt und bildete hier einen aus langen Haaren bestehenden Saum (Salensky, nach einem Referat in Schwalbe's Jahresberichten). Diese Behaarung ist ferner an verschiedenen Mammutabbildungen des diluvialen Menschen besonders hervorgehoben (Taf. V, Fig. 13), wenn auch diese Darstellung in erster Linie nur ihre untere Begrenzung andeuten soll (vgl. auch die ähnlichen Verhältnisse bei vielen Abbildungen vom Bison). Bei einem gestopften sumatranischen Nashorn des Wiener Hofmuseums ist die Behaarung seitlich vom Bauche besonders stark und von der kürzer behaarten medianen Bauchpartie durch einen beinahe nackt erscheinenden Streifen getrennt. Die starke Behaarung der seitlichen Partie erstreckt sich somit auf ein nicht sehr breites, longitudinales Feld. Das gleiche scheint bei einem lebenden sumatranischen Nashorn der Schönbrunner Menagerie der Fall zu sein. Das sind einige Beispiele, welche allenfalls mit der frühzeitigen Ausbildung der Haare an dieser Stelle beim Elefantenfetus in Beziehung gebracht werden könnten. Andrerseits kommt es, wie wir gesehen haben, öfter vor, daß anfänglich stark entwickelte Haare im weiteren Wachstume gegenüber den andern zurückbleiben (vgl. besonders die Kopfhaare bei Procavia).

Vom sumatranischen Nashorn wäre noch zu erwähnen, daß die mediane Rückenlinie, besonders am Nacken und hinter dem Widerrist stark behaart ist, und daß sich diese Behaarung jederseits an der Schulter und vor dem Darmbeinkamm streifenförmig nach abwärts fortsetzt. Im übrigen ist die Rumpfseite ziemlich schwach behaart, die Glutealgegend etwas stärker. Das Scheitelgebiet ist im Gegensatz zu jenem des Elefanten nur schwach behaart.

Bei alten Flußpferden finden sich in diesen Körpergegenden nur auf der dorsalen Fläche des Kopfes und Rückens bis zur Schwanzspitze spärlich verteilte Borsten (Weber). An einem Hautstück von Kopf und Nacken eines Neugebornen konstatierte Weber einen ziemlich dicken Besatz von lanugoartigen Haaren, vgl. auch de Meijere. Nach diesem Autor fanden sich auch am Bauche eines gestopften jungen Tieres Haare zerstreut.

Bei den Sirenen scheint — wenigstens in einzelnen Fällen, so zum Beispiel beim Embryo von *Manatus köllikeri* Kükth. — die Behaarung an der dorsalen Seite des Rumpfes etwas stärker und reichlicher zur Ausbildung zu gelangen als an der ventralen (Kükenthal [*b*]).

Die Behaarung der Extremitäten.

Die Außenseite der Vorderextremität ist im Bereiche des Unterarmes (oben und unten etwas darüber hinaus) ziemlich kontinuierlich und relativ stark behaart (Taf. II, Fig. 2). Die längsten Härchen (5 *mm*) finden sich an der Vorderseite, etwas kürzere an der eigentlichen Außenseite und am Hinterrande.

Vorne und hinten sind sie ziemlich steil implantiert; an der Außenseite verlaufen sie annähernd in der Richtung des entsprechenden Extremitätenteiles nach abwärts. — Von »Karpalvibrissen«, die bei Arten, welche solche besitzen, in der Fetalzeit mitunter leichter nachweisbar sind als beim Erwachsenen (vgl. Toldt [*a*]), ist nichts zu sehen. (Nashorn, Flußpferd?) Bei den Procaviiden sind sie gut entwickelt.

An der Außenseite der Hinterextremität ist die Behaarung, entsprechend den Verhältnissen am Vorderbeine, am Unterschenkel am besten ausgebildet, jedoch erstreckt sie sich relativ weiter nach oben (auf den Oberschenkel). Auch hier sind die Haare an der Vorderseite am längsten (4*mm*); an der eigentlichen Außenfläche ist die Behaarung aber weniger kontinuierlich und kürzer, und auch die Hinterseite ist nur auf eine relativ kurze Strecke, und zwar sehr zart behaart. — Die Haarrichtung entspricht ungefähr jener an der vorderen Extremität.

Im allgemeinen hat es den Anschein, daß die Behaarung an der Außenseite der Extremitäten von den Ränderen, insbesondere vom Vorderrand, ausgeht und sich allmählich, aber nicht gleichmäßig rasch, über die eigentliche Außenseite ausbreitet.

An der Innenseite der Extremitäten ist von Härchen nichts zu sehen.

Bei den jungen und erwachsenen Tieren sind die Extremitäten fast allenthalben mehr weniger stark behaart, und zwar proximal länger als distal. Auch scheint die Streckseite im allgemeinen stärker behaart zu sein als die Beugeseite. Relativ haarig ist meistens die Gegend am Ellbogen und vorne unterhalb des Knies. Schwach behaart ist die Außenseite in der Höhe des Ellbogens, beziehungsweise des Knies. Auch die Vorderseite der Finger und Zehen, sowie die Innenseite der Extremitäten sind behaart, letztere oben, im Anschluß an die behaarte Ventralfläche des Rumpfes (inklusive der Penisscheide), ziemlich lang. Die vordere Extremität scheint durchschnittlich etwas stärker behaart zu sein als die hintere; das dürfte auch beim Mammut der Fall gewesen sein (Herz).

Bei den sumatranischen Nashörnern sind, soviel ich gesehen habe, die Extremitäten mehr weniger stark behaart, besonders stark an den Streckseiten und namentlich außen am Oberarm und in der Kniegegend. An den Füßen eines gestopften jungen Flußpferdes fanden sich zerstreut Haare (de Meijere).

Die Behaarung der Mittelfleischgegend.

Das Perineum ist in seinem oberen Teile, im Bereiche der vorhin erwähnten Linienzeichnung, mit kurzen (gegen 2*mm*), ziemlich gleichmäßig verteilten Härchen versehen (Taf. V, Fig. 10). Oben reicht dieses Haargebiet beiderseits etwas über die Breite der Schwanzbasis hinaus, verjüngt sich aber nach unten zu allmählich gleichmäßig und beschränkt sich schließlich nur auf den medianen Teil des Perineums. In der mittleren Partie desselben sind die Härchen stellenweise deutlich in Längsreihen angeordnet. Im unteren Teile des Perineums (ab 28*mm* über der Vulva) finden sich auch in der mittleren Partie keine Härchen. Zu den Hautlinien stehen die Haare in keiner bestimmten Beziehung. Sie stehen meistens zwischen ihnen, manche jedoch auch direkt auf einer Linie. Die Härchen sind noch zu kurz, als daß man einen bestimmten Richtungszug erkennen könnte.

Bei den jugendlichen und erwachsenen Elefanten finden sich in dieser Gegend schütter zerstreute, relativ kurze Haare, welche entlang der Mittellinie einen dichteren, ziemlich kontinuierlichen Streifen zu bilden scheinen.

Die Behaarung des Schwanzes.

Die Eigenartigkeit der Behaarung des Apikalteiles des Schwanzes wurde bei den bisher beschriebenen Feten nicht erwähnt. Zimmermann schreibt von seinem Exemplar ganz im allgemeinen: »Das Ende des Schwanzes ist . . . . . bereits mit steifen, auseinander strebenden, sehr deutlichen Haaren oder Borsten besetzt.« Die andern Feten kommen offenbar teils wegen der frühen Entwicklungsstufe, teils wegen der Schadhaftigkeit beziehungsweise des Verlustes des Schwanzes hier nicht in Betracht.

Beim Wiener Exemplar (Taf. V, Fig. 10) verläuft entlang der 70 *mm* langen Kante der Unterseite des apikalen Schwanzstückes eine ziemlich regelmäßige Reihe von zirka 30 stark nach unten gerichteten Haarbüscheln, von welchen die oberen relativ weit (4 *mm*) voneinander entfernt sind, und jedes aus zwei bis drei einzelnen Härchen verschiedener Länge (zirka 3 *mm*) besteht, welche knapp beisammen aus einer kaum 1 *mm* breiten Hauterhebung hervortreten. Diese Verhältnisse erinnern einigermaßen an jene beiderseits am Rande der Rüsselunterseite, doch sind dort die Haarbüschel nicht so eng und scharf umgrenzt. Sie bestehen in beiden Fällen deutlich aus einzelnen Haaren und sind nicht etwa Borsten, deren Schaft büschelförmig zerschlissen ist, wie es zum Beispiel beim Flußpferd der Fall ist. Nach unten zu folgen die Büschel immer enger hintereinander und 7 *mm* oberhalb der Schwanzspitze werden sie unregelmäßig doppelreihig (zwei Büschel knapp nebeneinander); auch sind die Härchen nun länger, und ganz unten steiler implantiert. Hier finden sich die längsten Haare des Fetus (7 *mm*). Diese Behaarung geht auch auf die Kante des abgerundeten Schwanzendes über und endet an deren Übergang auf die Oberseite. An dieser finden sich nur ganz am Ende, nahe dem oberen Rande, 4 bis 5 einzelne Härchen.

Beim erwachsenen Tiere, dessen Schwanzende wie jenes des Mammut normaler Weise bekanntlich sehr lange, dicke Borsten trägt, sind diese Verhältnisse infolge der derben Struktur der Hautoberfläche und der beträchtlichen Länge und Stärke der Borsten viel weniger übersichtlich und häufig infolge mechanischer oder pathologischer Einflüsse unkenntlich. Gleichwohl ist die Büschelstellung der Borsten bereits seit langem bekannt (siehe zum Beispiel Naunyn; einschlägige Abbildungen finden sich unter andern in dem kürzlich erschienenen Tierhaaratlas von Friedenthal). Mitunter, zum Beispiel beim indischen Bullen in der Menagerie zu Schönbrunn, sind die Borsten fast ganz abgestoßen (siehe auch Eble). Im normalen Zustande finden sich die längsten Borsten an der Unterkante des Schwanzendes (Möbius)[1].

Bei den Nashörnern und beim Flußpferd sind die Behaarungsverhältnisse am Schwanzende ähnlich (zeilige Anordnung an den Kanten, aber in verschiedener Verteilung); die Borsten erreichen jedoch keine so beträchtliche Länge. Sonst findet sich, soweit mir bekannt ist, eine derartige Behaarung nur bei manchen Suiden (zum Beispiel bei *Potamochoerus, Phacochoerus;* vgl. auch die Schwimmer *Neomys fodiens* Pall., *Myogale moschata* Pall. und *Fiber zibethicus* L. [bei den zwei letzteren nur andeutungsweise], ferner *Myrmecophaga tridactyla* L. und andere). Der übrige Teil des Schwanzes ist bei den Elefanten und Nashörnern kurz und spärlich behaart, beim *Rhinoceros sumatrensis* ziemlich dicht, besonders an der Unterseite.

Die Behaarung der Umgebung der Mundöffnung mit Einschluß des Rüssels.

Dieselbe stellt bei unserem Fetus für sich ein eigenartiges Behaarungsgebiet dar (Taf. IV, Fig. 7). Die Haare finden sich größtenteils entlang des Mundrandes vor und auch am Rüssel stehen sie hauptsächlich entlang der beiden Ränder der Unterseite, welche die Fortsetzung der seitlichen Teile der Oberlippe darstellen. Erst in der apikalen Partie des Rüssels treten auch auf seiner Oberseite einzelne Härchen auf, welche gegen das Ende zu zahlreicher werden; dagegen setzt hier die Randbehaarung aus. Die (distale) Rüsselmündung ist ringsherum stark behaart. Diese Verhältnisse, insbesondere die randständige Behaarung an der Rüsselunterseite, entsprechen der morphologischen Bedeutung des Rüssels als der hier lang ausgezogenen Schnauze. Die auch beim Erwachsenen nur schwach behaarte, beiderseits von einem Haarsaum begrenzte mediane Partie der Unterseite könnte gewissermaßen als das Filtrum der Oberlippe angesprochen werden (vgl. besonders Boas [*a*]).

Die seitlichen Teile der Oberlippe sind entlang des ganzen Randes ziemlich dicht mit zarten, lichten, mehr weniger senkrecht abstehenden Härchen von verschiedener Länge (zirka 2 *mm*) und Stärke besetzt. Sie zeigen keine bestimmte Anordnung, jedoch mitunter eine Tendenz zur Bildung von Querreihen. Oft stehen zwei bis drei Härchen nahe beisammen. An der Außenseite der Oberlippe finden sich nur einzelne, etwas schräg nach vorne unten gerichtete Härchen.

---

[1] Naunyn beobachtete an den Schwanzborsten des Elefanten eigentümliche Erscheinungen, welche er für das Produkt einer Pilzansiedlung hält; hiebei dürfte es sich um einen ähnlichen Pilz gehandelt haben, wie ich einen vor kurzem (*c*) von einer Borste eines langschnabeligen Ameisenigels abgebildet habe.

Beiderseits am Rande der Rüsselunterseite ist die Behaarung im ganzen eine längsreihige. Die relativ ziemlich langen Härchen stehen einzeln oder in losen Gruppen zu zweien oder mehreren beisammen. Im proximalen Teile des Rüssels sind sie 3 bis 5 *cm* lang, vorwiegend einreihig angeordnet und stehen in relativ weiten, nicht sehr gleichmäßigen Abständen (2 bis 3 *cm*) hintereinander. Stellenweise befindet sich bereits hier mehr oder weniger schräg neben einem solchen Härchen in einem Abstand von zirka 2 *mm* noch ein zweites. Das trifft weiter abwärts ziemlich regelmäßig zu und weiterhin treten noch ein bis drei weitere Härchen einzeln oder paarweise hinzu, so daß hier lockere, nicht streng regelmäßige, etwas in die Quere gezogene Gruppen von drei bis fünf Härchen hintereinander folgen; innerhalb einer solchen zeigen aber vielfach zwei Härchen eine gewisse Zusammengehörigkeit, da sie relativ nahe (1 *mm*) nebeneinander liegen. Die entsprechenden Härchen der einzelnen Gruppen stehen nicht strenge in Längsreihen; im ganzen aber bildet die Behaarung einen longitudinalen Streif entlang des Rüsselrandes. Allmählich wird auch der Abstand zwischen den einzelnen Gruppen immer enger und ungefähr ober dem apikalen Viertel der Rüssellänge ist die Behaarung relativ dicht und die Gruppen sind abgesehen von den stets noch erkennbaren Pärchen nicht mehr deutlich abgrenzbar. Das dauert jedoch nicht lange, da die Randbehaarung bald aufhört. Die Strecke von hier bis zur Mündung ist nämlich haarlos. Die Härchen sind im oberen Teile des Rüssels ziemlich stark schräg nach abwärts gerichtet, im unteren Teile etwas steiler implantiert. Sie liegen zumeist zwischen zwei Hautfurchen, seltener in einer solchen. Die Haaraustrittsstellen sind kaum erhaben, oft jedoch durch einen lichteren Ton ausgezeichnet.

Bereits etwas über dem letzten Drittel der Rüssellänge treten einzelne, beinahe senkrecht implantierte Härchen auch an der Oberseite des Rüssels auf, und zwar hauptsächlich an den seitlichen Partien. Erst im apikalen Viertel, woselbst die Randbehaarung fehlt, erstreckt sich diese spärliche Behaarung ziemlich gleichmäßig auf die ganze Außenseite, doch sind die Härchen in ihrem medianen Teil noch relativ kurz. Nach allem kann man hier somit von einem Übergreifen der Behaarung von den Rändern des Rüssels auf seine Außenseite sprechen.

Im Bereiche der (apikalen) Rüsselmündung ist die Behaarung relativ dicht und lang (6 *mm*), und zwar hauptsächlich auf dem querwulstförmigen Ende der im übrigen haarlosen Rüsselunterseite. Die Haare treten einzeln aus relativ starken trichterförmigen Vertiefungen hervor, welche in den seitlichen Partien in ziemlich kräftigen radiären Runzeln liegen. Die allseits von der Rüsselmündung ausstrahlende und sich etwas in dieselbe hinein erstreckende Behaarung ist am fingerförmigen Fortsatz unterbrochen; dieser ist nämlich nur im basalen Teile außen und an den Rändern kurz behaart. Seine Innenfläche und sein Spitzenteil sind haarlos.

Die Unterlippe ist in ihrem stark wulstigen, zirka 25 *mm* langen Apikalteil, welcher an der Unterseite durch eine Querfurche abgesetzt ist, ziemlich stark behaart, und zwar ähnlich wie die Rüsselmündung, allseits gleichmäßig ausstrahlend. Am Lippenrande treten hier die von hinten gegen die Spitze hin an Länge zunehmenden Härchen (zirka 3 bis 6 *mm*) in Abständen von zirka 3 *mm* aus trichterförmigen Vertiefungen hervor, welche annähernd in longitudinalen Reihen liegen. An der Unterseite dieses Lippenteiles stehen die hier 6 *mm* langen Härchen etwas weiter voneinander und die Haut ist zwischen den einzelnen vertieften Haaraustrittsstellen polsterartig vorgewölbt. Nach hinten, gegen die Querfurche zu, ist die Haut mit ziemlich tiefen, etwas schräg nach unten vorne ziehenden Runzeln versehen. Im hinteren seitlichen Teile der Unterlippe befindet sich zirka 10 *mm* unterhalb des Randes eine Anzahl kurzer Härchen, welche annähernd in zwei Längsstreifen vom Mundwinkel herabziehen. Sonst finden sich nur noch an der Unterseite hinter der Querfurche einzelne Härchen.

Die Behaarung des Rüssels des Neugebornen ist gegenüber jener des Fetus im allgemeinen entsprechend vorgeschritten. Nun ist auch die eigentliche Unterseite in der basalen Hälfte mit zahlreichen kurzen, lichten Haarspitzen von etwas verschiedener Länge (1 bis 2 *mm*) versehen, welche annähernd in Abständen von zirka 2 *mm* zerstreut sind. Dabei steht die Mehrzahl in der Nähe oder am Rande von Hautfurchen und nur wenige inmitten von flachen Stellen. Diese Verhältnisse erinnern einigermaßen an die bekannte Stellung der Haare zu den Schuppen bei schuppentragenden Säugetieren. Die Härchen sind hier

mehr weniger schräg nach abwärts gerichtet, an den Seiten zumeist auch etwas lateral. Gegen die apikale Hälfte der Unterseite werden die Haarspitzen kürzer und an ihr selbst befinden sich auch jetzt noch keine Haare. Am übrigen Teil des Rüssels, an den Rändern und an der Oberseite, finden sich nun vielfach zwei in bezug auf die Länge und Stärke auffallend verschiedene Haarsorten, relativ lange Haare und allenthalben dazwischen zahlreiche kurze Härchen (Spitzen).

Die beiderseits ziemlich symmetrische Randbehaarung besteht nun aus beiden Haarsorten und bildet wiederum einen Streifen von wechselnder Breite; sie ist nahe der Rüsselbasis gegen die Seitenteile der Unterlippe zu am längsten (bis zu 35 *mm* lange, ziemlich gerade, lichte Haare) und ziemlich dicht; bald wird sie kürzer (14 *mm*) und die langen Haare sind nur sehr spärlich, zwei bis drei unregelmäßig alternierend beisammen. Etwas über der Hälfte der Rüssellänge wird die Behaarung wieder dichter. Ihre Richtung verläuft schräg nach unten und etwas außen. Oberhalb des Rüsselendes setzt sie auch hier auf eine kurze Strecke fast ganz aus (beide Haarsorten fehlen). Die Rüsselmündung ist lang und ziemlich dicht behaart, am stärksten und längsten am unteren Querwulst (13 *mm* lang). Am Vorderrand sind die Haare kürzer, ebenso am fingerförmigen Fortsatz, an welchem sich nun überall einzelne Härchen finden. Die Haare sind etwas gebogen, ziemlich steil implantiert und mehr weniger nach abwärts gerichtet. Die Haut ist an ihren Austrittsstellen deutlich trichterförmig vertieft. Die kurzen Haarspitzen fehlen im Bereiche der Rüsselmündung.

Die Oberseite des Rüssels ist in der basalen Hälfte mit dunkeln, zirka 15 *mm* langen, etwas gebogenen Härchen ziemlich dicht bedeckt, von welchen einzelne relativ kräftig sind. Beiderseits werden sie gegen den Rand hinab kürzer. Die meisten sind nach abwärts gerichtet, manche jedoch nach oben. An ihren Austrittsstellen ist die Haut ziemlich stark eingesenkt. Allenthalben dazwischen zarte kurze Haarspitzen. Distal nimmt die Behaarung allmählich ab, die längeren Haare (13 *mm*) sind nur mehr spärlich, liegen hauptsächlich in den seitlichen Teilen und kommen aus der Tiefe der hier besonders scharfen Runzeln hervor. Die Haarspitzen sind allenthalben noch ziemlich dicht und gleichmäßig verstreut; im letzten Viertel hören sie auf, dagegen sind hier die längeren Haare auch im medianen Teile vorhanden. Die in der basalen Hälfte ziemlich dunkle Haut wird distal allmählich lichter, desgleichen auch die Haare. Da die langen Haare aus den Runzeln hervortreten, sind hier keine deutlichen trichterförmigen Vertiefungen der Hautoberfläche sichtbar; dagegen tritt hier die chagrinartige Struktur derselben gut hervor. Im apikalen Viertel der Rüssellänge finden sich nur mehr einzelne längere Haare beziehungsweise Haarspitzen.

Im allgemeinen erscheint also die Rüsselbehaarung beim Neugebornen gegenüber den Verhältnissen beim Fetus entsprechend weiter ausgebildet. An Stelle der früheren Haarspitzen finden sich nun relativ lange Haare und zwischen diesen vielfach zahlreiche, noch ganz kurze Haare. Letztere sind ungefähr auf die oberen zwei Drittel der Rüssellänge beschränkt und reichen an den einzelnen Stellen, allmählich an Länge abnehmend, verschieden weit distal, am weitesten an den Rändern, am wenigsten weit an der Unterseite. Die lokalen Behaarungsverhältnisse (Länge und Dichte) haben sich zumeist im gleichen Verhältnis weiterentwickelt (vgl. insbesondere die Randbehaarung) und an manchen früher haarlosen Stellen ist nun auch eine Behaarung vorhanden (zum Beispiel in der proximalen Hälfte der Unterseite). Bemerkenswert sind jedoch die Verhältnisse an der Rüsseloberseite, welche beim Fetus nur am distalen Ende Haare trägt; beim Neugebornen hat die Behaarung in diesem Teile relativ wenig Fortschritte gemacht, während die proximale Hälfte nun ziemlich stark behaart ist (die stärkeren Haare sind zumeist auch länger als die des distalen Teiles). Gleichzeitig sind die Haare (und die Haut) hier im Gegensatz zu allen andern Rüsselstellen dunkel. Bei älteren Individuen könnte man diese Verschiedenheit in der Ausbildung der Behaarung etwa damit in Zusammenhang bringen, daß der untere Rüsselteil relativ stark in Anspruch genommen wird und die Haarbildung hier infolge stärkerer mechanischer Einflüsse (Reibung etc.) behindert wird. Für den Neugebornen jedoch kann man das wohl noch nicht annehmen. Die Abweichung in der proportionierten Weiterentwicklung der Behaarung dürfte in allgemeinen, vielleicht allerdings durch vererbte Anpassung beeinflußten, strukturellen Verhältnissen der Haut liegen (vgl. auch den distalen haarfreien Teil der Rüsselränder). Übrigens ergibt sich aus der vorstehenden Untersuchung auch für den

Elefantenrüssel, daß, wie bei verschiedenen andern Körperteilen der Säugetiere, so zum Beispiel bei den Extremitäten und zum Teil auch am Schwanz, die allgemeine Haarentwicklung im allgemeinen proximal beginnt und allmählich distal fortschreitet. Die frühzeitig erscheinenden stärkeren Haare an den Rändern und an der Spitze wären, so wie die an der Unterlippe mit den starken Haaren (zumeist Spürhaaren), welche vielfach bei andern Säugetieren an der Schnauze vorkommen, zu vergleichen.

Der im anatomischen Institute in Alkohol aufbewahrte Rüssel des Muttertieres bot mir die Möglichkeit zu einem genauen Vergleich mit den Verhältnissen am Rüssel des Erwachsenen; stellenweise war jedoch seine Behaarung infolge mechanischer Abnützung zu Lebzeiten des Tieres stark beschädigt. Dieser Rüssel ist an seiner Unterseite bis zum apikalen Drittel mit einzelnen sehr feinen, kurzen, lichten Härchen (zirka 4 *mm* lang) versehen, welche keine bestimmte Richtung zeigen und gegen die Rüsselbasis etwas zahlreicher sind; das untere Drittel ist ganz haarlos. Diese Behaarung des proximalen Teiles setzt sich in spärlicher Weise auch beiderseits auf die Ränder fort. Die eigentliche Randbehaarung bilden bis zu 140 *mm* lange kräftige Borsten, welche steif gewellt oder in drei bis vier Spiralen gewunden sind. Sie sind zunächst spärlich und stehen annähernd in zwei nicht streng regelmäßigen Längsreihen, welche zirka 20 bis 25 *mm* voneinander entfernt sind; der Abstand der Borsten hintereinander beträgt ungefähr ebensoviel. Unterhalb des basalen Drittels der Rüssellänge wird diese Behaarung dichter und es treten allmählich auch einzelne starke Borsten außerhalb der Doppelreihe gegen die Rüsseloberseite zu auf; im apikalen Drittel werden auch diese zahlreicher und erstrecken sich fast bis zur dorsalen Mittellinie des Rüssels. Die Borsten der eigentlichen Randbehaarung werden weiter distal allmählich kürzer, was wohl hauptsächlich auf Abnützung zurückzuführen ist und oberhalb der Rüsselmündung setzt sie ganz aus. Dagegen finden sich auch hier seitlich an der Oberseite noch lange Borsten, welche nach oben zu von zirka 10 *mm* langen Borstenstümpfen abgelöst werden und die fast bis zur Mittellinie reichen. Die feinen kurzen Haare (3 bis 8 *mm*) fehlen hier; an der übrigen Dorsalfläche, besonders in deren basalem Teile, sind solche in Abständen von zirka 9 *mm* vorhanden; einzelne von ihnen sind relativ lang.

Die Borsten, welche an der Unterseite liegen, sind zumeist licht, die der Oberseite schwarz. Doch kommen allenthalben solche mit nur schwarzem Spitzen- oder Mittelteil vor; einzelne Borsten zeigen ihrer ganzen Länge nach zweimal dunkle Strecken. Die dorsalen Borstenstummel des Apikalteiles sind licht. Die Borsten der Randbehaarung sind stark schräg nach unten gerichtet, die der Oberseite steiler implantiert.

Am linken Rande des Rüssels ist die Behaarung auffallend mangelhaft; das beruht offenbar auf künstlicher Ursache infolge bestimmter, angewöhnter Bewegungen, durch welche besonders diese Rüsselseite vielfachen Reibungen ausgesetzt war. Am rechten Rande konnte sich die Behaarung dagegen ungehindert entwickeln und erreichte vielleicht eine ungewöhnliche Länge; für die charakteristische Verteilung der verschiedenen Haare hat dies jedoch keine Bedeutung (vgl. auch die bei Elefanten gelegentlich auffallend langen Cilien). Beim Fetus, beim Neugebornen und bei gestopften erwachsenen Exemplaren ist von einer derartigen Behaarungsasymmetrie nichts zu bemerken.

Auch an der Rüsselmündung sind die hier durchwegs lichten Borsten links kürzer. Knapp ober derselben sind am rechten Rande einzelne Borsten noch gegen 60 *mm* lang. Am Rande um die Mündung selbst sind die Haare kurz (bis zu 10 *mm*), aber kräftig und machen besonders an der linken Seite einen stark abgenützten Eindruck. An beiden Seiten greifen sie etwas auf die Innenseite der Choanen über, woselbst sie noch relativ lang (gegen 30 *mm*) sind. Die zarten Haare fehlen. Der fingerförmige Fortsatz ist nur beiderseits am Rande der Basis mit einzelnen kurzen Borstenstummeln bedeckt.

Die Borsten treten an der Rüsselmündung aus deutlich ausgebildeten trichterförmigen Hautvertiefungen hervor. An der Rüsseloberseite stehen sie im apikalen Teile wiederum zumeist in den tiefen Hautfurchen (vgl. auch Gautier), die jetzt so breit sind, daß ihr Grund als schmaler Streif sichtbar ist. Die Oberfläche desselben ist an den Borstenaustrittsstellen meistens etwas vertieft. Basal an der Rüsseloberseite fallen die trichterförmigen Vertiefungen nicht mehr auf, da die Epidermis hier sehr derb ist. Nach Ablösung derselben sind sie aber nahe der Rüsselbasis an der grauweißen Oberfläche des Corium noch ziemlich gut erkennbar. Gegen die Rüsselränder zu und an diesen selbst zeigt die Haut an den Borstenaustrittsstellen meistens

keine besondere Differenzierung, mitunter eine schwache, wallförmige Umfassung. — Die Behaarung des Rüssels des Muttertieres entspricht also in bezug auf die Verteilung der langen Borsten und der kurzen Haare fast durchaus den Verhältnissen beim Neugebornen und zum Teil auch jenen beim Fetus. Die einzelnen verschiedenen Haargebilde sind naturgemäß nicht mehr dieselben, sondern an Stelle der jugendlichen Haare sind in annähernd ähnlicher Verteilung entsprechend längere und kräftigere getreten; auch die Abstände zwischen den einzelnen Haargebilden sind entsprechend größer. Bemerkenswert ist die Kürze der Behaarung der Rüsselmündung, welche beim Neugebornen noch relativ lange Haare trägt. Sie ist jedoch keine natürliche, sondern hängt offenbar mit der besonders ausgiebigen Benützung dieses Rüsselteiles als Greiforgan zusammen. Bezüglich der Austrittsstellen aus der Haut ist nur das teilweise Verschwinden der trichterförmigen Vertiefungen basal an der Oberseite des Rüssels infolge der mächtigen Dickenzunahme der Epidermis erwähnenswert.

Am Rüssel der andern von mir beobachteten jungen und erwachsenen indischen Elefanten lassen sich alle diese Verhältnisse — insoweit sie nicht durch Abnützung verwischt sind — wiedererkennen, wenn auch zum Teil nicht in so auffallender Weise, wie am Rüssel des Muttertieres. Wie sie sich bei den afrikanischen Elefanten verhalten, konnte ich leider nicht genau feststellen, da mir nur drei gestopfte Exemplare, darunter ein ganz junges, zur Verfügung standen. Soviel erscheint jedoch sicher, daß auch bei dieser Elefantengruppe die Behaarung der Ränder der Rüsselunterseite in besonderer Weise ausgebildet, und zwar der spezifischen Form dieser Rüsselpartie entsprechend, eine typische ist. So tragen auch die hier fast bis zum apikalen Rüsselende reichenden »raupenfußartigen« Erhebungen noch Haare.

Die eigenartige Behaarung des Rüssels der rezenten Elefanten scheint, wie bereits bemerkt, bisher noch nicht bekannt gewesen zu sein; so erwähnt auch Möbius in seiner im übrigen sehr ausführlichen Abhandlung, in welcher auch die Literatur eingehend berücksichtigt ist, darüber nichts. Der Rüssel des Mammuts wird von Pfizenmayer allenthalben gleichmäßig dichthaarig abgebildet. Interessant ist jedoch, daß die Darstellungen des Diluvialmenschen mehrfach einen Rüssel zeigen, der besonders an der Unterseite behaart erscheint (Taf. V, Fig. 13). Bei den Nashörnern trägt die Schnauze, soweit ich beobachten konnte, nur einzelne Borstenstummel. Dagegen befinden sich auf der stark in die Breite gezogenen Lippenpartie des erwachsenen Flußpferdes dicht nebeneinander dicke, oft zerschlissene Borsten. Beim Neugebornen waren diese noch so kurz, daß sie nur wenig über die Hautoberfläche hervorragten. Dagegen fanden sich vornehmlich an der Unterlippe und in der Gegend der Nasenlöcher einzelne bis zu 4 *cm* lange Haare in der Stärke von Menschenhaaren. Zwischen diesen standen noch äußerst dünne Haare, die wie Lanugo aussahen (Weber). Während Weber in den Follikeln sämtlicher Borsten des Erwachsenen, welche er untersuchte, mit Ausnahme der Cilien Blutsinus fand, fehlten sie bei den Haaren des Neugebornen. Auch an der Schnauze des von Daubenton beschriebenen Fetus waren bereits Härchen sichtbar. Die Procaviiden haben an der Schnauze, die Feten auch in der Kinngegend, deutliche Spürhaare. Bei den Sirenen und Cetaceen kommen bekanntlich an verschiedenen Stellen des Kopfes, besonders an der Schnauze, mehr weniger gut ausgebildete Sinushaare in verschiedener Zahl vor.

Die Behaarung der Augengegend.

Im mittleren Teile des oberen Augenlides (Taf. IV, Fig. 7) findet sich knapp über dem eigentlichen, lichter erscheinenden Rand, diesem entlang, eine ziemlich scharf umgrenzte Gruppe relativ langer, nach abwärts über die Augenspalte herabhängender Haare (Länge bis zu 4 *mm*), welche den Wimpern entsprechen. Sie stehen auf einem mit der Sehne nach unten gerichteten, segmentförmigen Feld von 17 *mm* Länge und 3 *mm* Höhe, welches an seinen Enden 2 *mm* vom hinteren und 10 *mm* vom vorderen Augenwinkel entfernt ist. Die Haare stehen ziemlich dicht, treten aus punktförmigen Vertiefungen hervor und zeigen keine deutliche Reihenstellung. Gegen die Enden des Feldes, namentlich nach vorne zu, sowie gegen den oberen Rand desselben, werden sie zarter; im vordersten Teile sind sie nach vorn gerichtet.

Am unteren Lid befindet sich in entsprechender Lage unterhalb des eigentlichen Randes ein schmaler, 15 *mm* langer Streif zarterer, schräg nach vorne unten gerichteter Härchen. Im hinteren Teile sind einzelne derselben relativ lang (3 *mm*).

Bei den Erwachsenen finden sich ähnliche Verhältnisse (Wimpern von verschiedener Länge und Stärke), jedoch naturgemäß in entsprechend mächtigerer Ausbildung. Mitunter kommen auffallend lange Wimpern vor (zum Beispiel bei einem von Daubenton [*a*] 1754 beschriebenen Elefanten am unteren Lid bis über 20 *cm*, am oberen nur 4 *cm*; eine Abbildung mit langen Haaren am Oberlid findet sich im Haaratlas von Friedenthal). Die Nashörner besitzen, wie es scheint, weniger stark entwickelte Wimpern. Bei einem neugebornen Flußpferd konnte Weber keine Wimpern nachweisen, beim Erwachsenen sind sie jedoch vorhanden. Gegenüber den Procaviiden ist kein besonderer Unterschied zu verzeichnen.

Am vorderen Ende des Supraorbitalbogens finden sich fünf bis zu 5 *mm* lange, mehr weniger gekrümmte dunkle Härchen, welche 2 bis 3 *mm* voneinander entfernt und in einem nach unten konkaven Bogen angeordnet sind. Sie entsprechen offenbar den Pili supraorbitales. Bei den Erwachsenen ist diese Gegend mehr weniger spärlich und kurz behaart; von (äußerlich erkennbaren) Spürhaaren oder von eigentlichen Brauen kann man jedoch nicht gut sprechen. Das gleiche gilt für die Nashörner. Dagegen waren beim neugebornen Flußpferd »echte Augenbrauen gut ausgebildet« (Weber) und auch bei Erwachsenen in Schönbrunn konnte ich in dieser Gegend deutliche Borsten wahrnehmen. Bei den *Procavia*-Feten finden sich zirka 15 kräftige Spürhaare entlang des ganzen Augenbogens annähernd in drei übereinanderliegenden Reihen verteilt. Auch haben sie etwa fünf relativ schwache, einreihig im medianen Teile der Augenregion gelegene Pili infraorbitales. Die Sirenen und Cetaceen scheinen weder Cilien noch Augenbrauen zu besitzen.

Das Haarbüschel an der Schläfedrüse.

Wie vorhin erwähnt, tritt aus der Spaltöffnung der Schläfedrüse (Taf. IV, Fig. 7) ein Büschelchen von vier bis fünf verschieden langen, dunkeln Härchen hervor, deren längste 3 *mm* messen. Es zieht in Fortsetzung der Spaltrichtung schräg nach hinten unten. Bei der von Eggeling untersuchten Drüse eines jugendlichen ♂ indischen Elefanten sind an der Wandung der sackartigen Einsenkung vereinzelte kurze, ziemlich weiche Härchen, im Grunde einzelne längere starre Haare implantiert. Im übrigen wurde das Drüsenhaarbüschel, wie oft auch die Drüsenöffnung selbst, bei der Besprechung des Elefantenintegumentes, so auch von Möbius, meistens nicht erwähnt. Die Behaarung derselben scheint bei den Erwachsenen nicht auffallend, und besonders bei gestopften Exemplaren (vielfach defekt?) schwer erkennbar zu sein; das gilt auch für die Exemplare des Wiener Hofmuseums. Nur bei dem gestopften jungen ♀ Afrikaner konnte ich ein ziemlich dichtes, zirka 4 *mm* langes Büschel konstatieren, welches aus einer 2 *mm* breiten, nach unten gerichteten rundlichen Öffnung hervortritt und stark schräg implantiert ist.

Die Behaarung des äußeren Ohres.

Die Ohrmuschel (Taf. II, Fig. 2) ist hauptsächlich nur am äußeren Rand ihrer Basis mehr weniger zart behaart, und zwar relativ am stärksten am Tragus, dessen Rand vornehmlich im oberen Teile ziemlich dicht mit über 2 *mm* langen, abstehenden Härchen besetzt ist; im unteren Teile sind sie nach abwärts gerichtet und anliegend. Ganz zarte Härchen finden sich entlang der Anthelix und der Falte am inneren Rand der Ohrmuschelbasis. An der letzteren Falte sind sie gleichfalls im oberen, vom Tragus verdeckten Teile stärker entwickelt. Sonst finden sich an der Ohrmuschel nur an einzelnen Stellen, so am oberen Beginn des Ohrmuschelrandes, einzelne ganz zarte Härchen. Bei den Erwachsenen ist die Umgebung, insbesondere der Vorderrand des Ohreinganges, mehr weniger dicht behaart (büschelartig? Eble). Besonders dicht, relativ lang und durch eine rötlichgelbe Färbung auffallend ist diese Behaarung bei den zwei jungen Individuen in Schönbrunn. Die Ohrmuschel der jungen und erwachsenen Elefanten ist an der Vorderfläche mit spärlichen kurzen Haaren besetzt, an der Hinterfläche größtenteils beinahe kahl. Nach Pfizenmayer besaß das Mammut an einzelnen Stellen der Außenseite des Ohres und vor allem an seinen Rändern ziemlich dichtstehende kurze Woll- und längere Grannenhaare. Im Gegensatz zum Hängeohr des Elefanten, dessen Ränder kaum behaart sind, tragen die abstehenden Spitzohren der Nashörner und des Flußpferdes einen mehr weniger dichthaarigen Randsaum, welcher sich auch auf die Seitenteile der Innenfläche

ausbreiten kann. Die Ohrmuschel von *Procavia*, deren Knorpel nach Boas (*b*) mit dem des Elefantenohres keine Ähnlichkeit darbietet, ist bei unseren Feten fast nackt, aber allenthalben mit lichten Pünktchen (Haaranlagen?) versehen, welche an der vorderen Fläche bedeutend kräftiger sind als an der hinteren. Nur auf der Falte am oberen Ansatz des Ohrmuschelrandes findet sich ein Besatz von ziemlich kräftigen Haarspitzen.

Die Pili submentales nebst Bemerkungen über das Verhältnis der Spürhaare zu den asinuösen Haaren im allgemeinen.

In der Medianlinie der Unterkieferregion befindet sich 50 *mm* hinter der Unterlippenspitze ein kleines scharf umgrenztes rundliches Feld (Durchmesser 1 *mm*), aus welchem etwa vier, bis zu 6 *mm* lange und zirka sechs um die Hälfte kürzere lichte Härchen ziemlich senkrecht aus der Haut hervortreten und ein vollkommen isoliertes Haarbüschel bilden (Taf. III, Fig. 3 und Taf. IV, Fig. 7). Es wurde noch bei keinem Elefantenfetus erwähnt und ist, wenigstens nach meinem Material, bei jungen und erwachsenen Tieren von der nun vorhandenen übrigen Behaarung dieser Gegend äußerlich nicht mehr zu unterscheiden; in unauffälliger Weise dürfte es wohl auch hier vorhanden sein und nicht etwa nur eine vorübergehende Erscheinung bei der ersten Behaarung darstellen. Das sumatranische Nashorn zeigt ähnliche Verhältnisse wie die erwachsenen Elefanten. Bei den erwachsenen Flußpferden scheint diese Gegend nackt zu sein. Bei den Procaviiden sind die Spürhaare des Gesichtes (bei unseren Feten: Pili supraorbitales, infraorbitales, zygomatici, labiales superiores, l. inferiores und submentales) zahlreich und stark ausgebildet (siehe auch Nassonow [*b*]). In der Hinterkinngegend finden sich beim Fetus 10 mächtige Haare, welche einzeln innerhalb eines queroblongen, 5 *mm* breiten Feldes aus der Haut hervortreten und gegenüber jenen des Elefanten viel schräger (nach hinten) gerichtet sind. Bei unserem Elefantenfetus ist das Submentalbüschel, abgesehen von den weit auseinanderstehenden Supraorbitalhärchen, die einzige Haargruppe, welche ihrem ganzen Aussehen nach als eine typische Vibrissengruppe erscheint. Das Schläfedrüsenbüschelchen, welches dem äußeren Aussehen nach mit einer solchen eine gewisse Ähnlichkeit hat, kommt aus der Drüsenspalte hervor und kann als eine spezifische Begleiterscheinung der Drüse nicht hierher gerechnet werden.

Daß das beim Elefantenfetus deutlich ausgeprägte Haarbüschel in der Hinterkinngegend bei größeren Individuen äußerlich nicht mehr recht unterscheidbar ist, erscheint mir deshalb von Interesse, da es wiederum ein Beispiel für eine Übergangserscheinung zwischen Sinushaaren und gewöhnlichen Haaren darstellt. Bekanntlich ist der Unterschied zwischen beiden Haarsorten zumeist bereits äußerlich ein großer und erst kürzlich hat ihn Schwalbe (*c*) folgendermaßen präzisiert. Faßt man die verschiedenen Haarformen des gewöhnlichen Haarkleides der Säuger (Leithaare, Grannen- und Wollhaare) »als verschiedene Variationen einer Grundform auf, charakterisiert durch einfachen Haarbalg, bei vielen niederen Säugern durch Stachelbildungen vertreten, die, wie diese Haare, in weiter Verbreitung über den Körper vorkommen, so stehen ihnen allen gegenüber lange, nur gruppenweise, besonders am Kopfe vorkommende Spürhaare, welche vor allem durch die Beschaffenheit ihres Haarbalges charakterisiert sind. Letzterer enthält einen oder mehrere mit Blut angefüllte Räume, sogenannte Blutsinus. Aus diesem Grunde wird diese Sonderkategorie von Haaren als Sinushaare bezeichnet«. Die Verbreitung der letzteren über den Körper ist, wie sich zum Teil erst in neuerer Zeit gezeigt hat, in einzelnen Fällen doch eine relativ große, so bei den Procaviiden und beim *Heterocephalus*, wo sie auch über den ganzen Rumpf beziehungsweise Schwanz und den proximalen Teil der Extremitäten zerstreut sind. Ferner finden sich solche bei gewissen Eichhörnchenarten an Brust und Bauch. In diesen Fällen kann auch nicht mehr von einer gruppenweisen Anordnung gesprochen werden. Außer am Kopfe finden sich Spürhaare bekanntlich auch in einer Gruppe beisammen am Karpalgelenk vieler Säuger. Ferner sind bereits Übergangsformen zwischen sinuösen und asinuösen Haaren bekannt (bei einigen Affen, Frederic), beziehungsweise reduzierte Spürhaare, bei welchen der Sinusraum mehr weniger zu schwinden beginnt (bei den Zahnwalen, Japha). Weiters zeigen die erwähnten ventralen Haare der Eichhörnchen erst bei den erwachsenen Tieren typische Tasthaarpapillen

(Bresslau); vgl. auch die Behaarung des Flußpferdes (p. 34 [292]). Daß Haare mit wohlausgebildeten Sinusbälgen äußerlich ganz unscheinbar und von den gewöhnlichen Haaren nicht leicht zu unterscheiden sein können, hat Frédéric an den Lippen von Affen konstatiert. Ähnlich scheint es sich auch mit dem Submentalbüschel bei den erwachsenen Elefanten zu verhalten, jedoch sind diesbezüglich noch weitere Untersuchungen erforderlich. Diesen Beispielen nach hat es den Anschein, daß der Unterschied zwischen sinuösen und asinuösen Haaren, so groß er im allgemeinen auch ist, doch kein durchgreifender ist, und daß sich bei systematischer Behandlung dieser Frage (zum Beispiel bei genauer Untersuchung sämtlicher Spürhaare und gewöhnlicher Haare des Oberlippenfeldes in verschiedenen Entwicklungsstufen einer Art oder bezüglich dieser Verhältnisse an verschiedenen Körperstellen bei *Procavia* und *Heterocephalus*) vielleicht noch weitere Annäherungen ergeben dürften. In diesem Sinne habe ich mich übrigens bereits seinerzeit (*b*) ausgesprochen.

7. Zusammenfassung.

Der vorliegende Elefantenfetus ist bisher der einzige, von dem das Alter halbwegs genau zu ermitteln war (11 Monate, ungefähr die Hälfte der intrauterinen Entwicklungszeit; Scheitel-Steißlänge 56·5 *cm*). — Bei zwei in den letzten Jahren in der kais. Menagerie zu Schönbrunn erfolgten Geburten von einem indischen Elefantenweibchen betrug die Trächtigkeitsdauer etwas über 21, beziehungsweise genau 22 Monate.

Bezüglich der Körperproportionen wäre zu erwähnen, daß der Kopf bei den jungen Elefantenfeten relativ plump und stark gewölbt ist, und daß im Verlaufe des allgemeinen Körperwachstums der Rüssel verhältnismäßig dicker, die Hände und Füße etwas kürzer und der Schwanz länger zu werden scheinen.

Bisher ist kein vorgeschrittener Elefantenfetus bekannt, bei welchem die Hautfärbung nicht durchwegs gleichmäßig dunkel gewesen wäre, denn die Scheckung des Zimmermann'schen Exemplars dürfte keine natürliche gewesen sein. Wann und allenfalls in welcher topographischen Reihenfolge die dunkle Hautfärbung in der Entwicklung der Elefanten in Erscheinung tritt, läßt sich noch nicht sicher sagen.

Beim vorliegenden Fetus sind an der Hautoberfläche, besonders am Rüssel und in der Glutealgegend, bereits Furchen und Runzeln ausgeprägt, welche ihrer Zahl und Lage nach vielfach solchen bei Jungen und Erwachsenen entsprechen.

Bei diesem Fetus ist bereits die Schläfedrüse äußerlich erkennbar[1]. Ferner ist die Hautvertiefung an den Stellen, an welchen später die Stoßzähne durchbrechen, bemerkenswert. Hände und Füße sind bereits zu typischen Klumpfüßen ausgebildet.

Die Behaarung ist in erster Linie, ähnlich wie bei dem von Daubenton beschriebenen Flußpferdfetus, in der Umgebung des Mundes inklusive bestimmter Stellen des Rüssels, an den Lidrändern, an der Basis der Ohrmuschel und an der Schwanzspitze deutlich ausgebildet. Von besonderem Interesse ist die Behaarung des Rüssels, dessen Unterseite beiderseits von einem Saum von Härchen begrenzt ist, welcher größtenteils aus längsreihig angeordneten Gruppen von zwei bis drei Haarspitzen besteht; zu diesen sind beim Neugeborenen noch einige zartere, kürzere hinzugekommen. Diese sowie andere Verhältnisse der Rüsselbehaarung lassen sich auch bei Erwachsenen wiedererkennen und scheinen bei den afrikanischen Formen in Zusammenhang mit entsprechenden Unterschieden der Rüsselform spezifisch verschieden zu sein. Die allgemeine, relativ schwache Behaarung des Rüssels beginnt proximal und breitet sich allmählich distal aus, wie es auch für die Extremitäten und zum Teil für den Schwanz der Säugetiere gilt. Auch am Schwanzende ist die eigenartige Behaarung deutlicher zu erkennen als bei den Erwachsenen.

Im besonderen sei hervorgehoben, daß die Behaarung am Rumpfe, im Gegensatz zu den Verhältnissen bei vielen andern Säugetieren, zuerst in je einem longitudinalen Streifen beiderseits vom Bauche auftritt,

[1] In wieweit der eigentliche, drüsige Teil entwickelt ist, wird die histologische Untersuchung zeigen (vgl. auch die Violdrüse des Fuchses, Toldt [*a*]).

ferner das Vorhandensein eines submentalen Haarbüschels, sowie das reihenförmige Auftreten von einigen Haaren in der Supraorbitalgegend, welche den Pili supraorbitales anderer Säugetiere entsprechen dürften. Die beiden letzteren Befunde weisen darauf hin, daß auch beim Elefanten wenigstens Andeutungen von Spürhaargruppen vorhanden sind. Bei den Jungen und Erwachsenen sind diese Verhältnisse äußerlich nicht mehr deutlich erkennbar. Die Behaarung ist unter anderm auch am Scheitelgebiet, welches bei den jungen und erwachsenen Elefanten bekanntlich relativ stark behaart ist, verhältnismäßig vorgeschritten. Außer der eigenartigen Gruppierung der Haare am Rüssel und Schwanz, konnte auch beim Fetus keine bestimmte Haaranordnung konstatiert werden.

Ob bei der allgemeinen Behaarung des Neugebornen noch dieselbe Haargeneration vorhanden ist wie beim Fetus, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Vermutlich dürfte inzwischen ein Haarwechsel stattgefunden haben.

Bezüglich des hauptsächlich aus allgemeinem Interesse vorgenommenen Vergleiches mit andern haararmen Säugern wäre zunächst hervorzuheben, daß die Nashörner und Flußpferde mit den Elefanten die zeilige Anordnung von starken Borsten an den Kanten des Schwanzendes gemein haben. An der beim Elefanten eigenartig gestalteten Ohrmuschel ist die Haarverteilung eine wesentlich andere als bei den annähernd gleichgeformten und -behaarten Ohren des Nashorns und Flußpferdes. Die Behaarung der Umgebung der Mundöffnung ist bei allen dreien entsprechend ihren verschiedenen Schnauzenformen eine andere. Von einer Beurteilung der eigentlichen Körperbehaarung sehe ich ab, da die fetale und jugendliche Behaarung dieser Säuger nicht hinreichend bekannt ist. Betont sei nur, daß sowohl bei den Elefanten als auch bei den Nashörnern die untere Partie der Flanken zu einer relativ starken Behaarung neigt. Auf das Vorkommen von Spürhaaren wäre, wie es sich gezeigt hat, bei diesen Tieren noch besonders zu achten. Was die Procaviiden betrifft, so hat die Konstellation der Haarformen ihres allgemeinen Haarkleides — abgesehen von den Rumpfspürhaaren — eine gewisse Ähnlichkeit mit der des Mammuts. Auch haben sie *Pili submentales*. Derartige Umstände müssen jedoch keineswegs mit verwandtschaftlichen Beziehungen im Zusammenhang stehen, wie ja die Behaarung im allgemeinen diesbezüglich relativ wenig sichere Anhaltspunkte bietet. Als Gegensatz wäre, abgesehen von den durch die verschiedenen Schnauzenformen bedingten Verhältnissen, besonders die ungewöhnliche Fülle von mächtig entwickelten Spürhaaren bei den Procaviiden hervorzuheben, welche allerdings ihrerseits als eine sekundäre Erscheinung anzusehen ist, sowie der Umstand, daß die Bauchseiten keine mächtigere Ausbildung des Haarkleides aufweisen. Die zu den Elefanten mehrfach in Beziehung stehenden Sirenen haben in der Fetalzeit eine relativ stärker entwickelte Behaarung als im erwachsenen Zustande, insofern bei den Feten außer stärkeren Haaren auch deutliche Anlagen von Beihaaren vorhanden sein können. Eine Gleichstellung dieses Umstandes mit der relativ starken Behaarung der jugendlichen Elefanten dürfte jedoch nicht am Platze sein, da letzterer Fall hauptsächlich auf eine besondere Länge der Haare zurückzuführen ist. Die Sirenen haben ferner am Kopf relativ reichlich Spürhaare; das nämliche gilt für verschiedene Cetaceen, welche im übrigen keine deutlichen Haare besitzen. Da es sich hier um Tiere handelt, bei welchen der Wasseraufenthalt das Integument sicherlich wesentlich beeinflußt hat, müßte man bei einer Beurteilung von Beziehungen zwischen der Behaarung dieser und der Elefanten mit besonderer Vorsicht vorgehen.

Schließlich sei noch auf die vergleichende Betrachtung des ersten Erscheinens der Haare in bezug auf seine Topographie bei den verschiedenen Säugerarten verwiesen, sowie auf die Besprechung einiger Integumentverhältnisse bei zwei Procaviafeten (relativ lange Kopfbehaarung, Behaarungsverhältnisse im Gebiete der Rückendrüse, Hautpigmente u. s. w.).

Literaturverzeichnis.

Bartlett A. D., Additional Notes on the Breeding of the Hippopotamus in the Societys Gardens. Proc. Zool. Soc. London 1872, p. 819—821.

Beddard, F. E., Report on the birth of an Indian Elephant in the Societys Menagerie. Proc. Zool. Soc. London 1902, Vol. 2, p. 320—323, 3 Fig.

Boas J. E. V. *a*), Bemaerkninger ved Forelaeggelsen of forste Del of Boas & Paulli: The Elephant's Head. Saertryk af oversigt over det kgl. Danske videnskabernes selskabs forhandlinger. 1908, p. 197—211.

Boas J. E. V. and Paulli S., The Elephant's Head; studies in the comparative anatomy of the organs of the head of the Indian Elephant and other Mammals: Pt. I, The facial muscles and proboscis. Jena 1908. War mir nicht zugänglich.

Boas J. E. V. *b*), Ohrknorpel und äußeres Ohr der Säugetiere. Kopenhagen 1912.

Bosch E., Untersuchungen über die Ursache der Haarwirbelbildung bei den Haustieren mit besonderer Berücksichtigung des Gesichtswirbels etc. Inaug. Diss. d. Universität Bern, 55 S., Hannover 1910.

Brandt A., Über den Schwanz des Mammuts (Elephas primigenius Blmb.). Biol. Zentralbl. 27, p. 301—311, 1907.

Brauer A. *a*), Kurze Mitteilung über einen Embryo des afrikanischen Elefanten. Sitzungsber. Ges. Naturforsch. Freunde. Berlin 1910, p. 273—274 und p. 307.

— *b*), Über Embryonen des afrikanischen Rhinoceros. Sitzungsber. Naturforsch. Freunde. Berlin 1910, p. 389—390.

Bresslau E., Die ventralen Tasthaare der Eichhörnchen, ihre Funktion und ihre Verbreitung. Zool. Jahrb., Suppl. XV, 3. Bd., p. 479—492. Jena 1912.

Breuil H., L'âge des cavernes et roches ornées de France et d'Espagne. Revue Archéol. T. 19, p. 193—234, Paris 1912.

Brown A. E., Extracts from two letters relating to the birth of an Elephant. Proc. Zool. Soc. London 1880, p. 222—223.

Bryden H. A., Great and small game of Afrika. London 1899.

Buffon de, Histoire Naturelle, Suppl. 3, Taf. 62: Abbildung eines sehr jungen Flußpferdes. Paris 1776.

Chaine J., Sur l'ordre d'apparition des diverses parties du système pileux chez le Lapin. C. R. soc. biol. 70, p. 83—87, Paris 1911.

Daubenton *a*), in Buffon's Histoire Naturelle, XI. Bd., p. 94, Taf. III. Paris, 1754.

— *b*), ebenda, XII. Bd., p. 50, Taf. III. Beschreibung und Abbildung eines Flußpferdfetus. Paris 1764.

Deniker J., Recherches anatomiques et embryologiques sur les Singes anthropoides. Arch. Zool. Expér., 2. Ser., 3. Bd., Paris 1885.

Eble B., Die Lehre von den Haaren, 2. Bd., Wien 1831.

Eggeling H., Über die Schläfendrüse des Elefanten. Biol. Zentralbl., 21. Bd., p. 443—453, Berlin 1901.

Eschricht, Über die Richtung der Haare am menschlichen Körper. Müller's Arch., Jahrg. 1837, p. 37—62, Berlin.

Frédéric J., Untersuchungen über die Sinushaare der Affen, nebst Bemerkungen über die Augenbrauen und den Schnurrbart des Menschen. Zeitschr. für Morph. und Anthrop. 8. Bd., p. 239—275. Stuttgart 1905.

Friedenthal H. *a*), Über einen neuen morphologischen Nachweis der Verwandtschaft zwischen Mensch und anthropoiden Affen. Sitzungsber. Ges. Naturforsch. Freunde, Berlin 1908, p. 110—111.

— *b*), Tierhaaratlas, Jena 1911.

Gautier M., Examen de la peau de la trompe d'un Éléphant. Journ. de physique, de chimie etc. T. 90, p. 421—423. Paris 1820.

Gray J. E. *a*), Notes on the Foetus of an Elephant and of a Hippopotamus in the Collection of the British Museum. Proc. Zool. Soc. London 1868, p. 491—492.

— *b*), Catalogue of Carnivorous, Pachydermatous etc. in the British Museum. London 1869, p. 357 und 359.

— *c*), Hand-List of the Edentate, Thick-Skinned and Ruminant Mammals in the British Museum. London 1873, p. 72.

Haacke W., Über die systematische und morphologische Bedeutung bisher unbeachtet gebliebener Borsten am Säugetierkopfe. Ber. d. Senckenberg. Naturforsch. Ges. Frankfurt a. M. 1890, p. 175—184.

Herz O., Bericht der von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zur Ausgrabung eines Mammutkadavers an die Kolyma-Beresowka ausgesandten Expedition. St. Petersburg 1902.

Heusinger C. F., Ein paar Bemerkungen über Pigmentabsonderung und Haarbildung. Meckel's Arch. für Physiologie, 7. Bd., p. 403—423, Halle 1822.

Heysham, Extract from a letter, containing remarks upon two cases of Elephants breeding in captivity. Proc. Zool. Soc. London 1880, p. 23—24.

Jacobfeuerborn H., Die embryonale Ausbildung der Körperform des Igels etc. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 91. Bd., p. 382—420. Leipzig 1908.

Japha A., Die Haare der Waltiere. Zool. Jahrb., Anat. und Ontogenie, 32. Bd., p. 1—42, Jena 1912.

Keibel F. *a*), Über den Nabelstrang des Nilpferdes. Anat. Anz. 1893, p. 497—504.

— *b*), Normentafeln zur Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere, Jena 1897 usf.

Kükenthal W., *a*), Vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Waltieren. Denkschr. d. Med.-Naturw. Ges. zu Jena, 3. Bd.; I. Teil 1889, II. Teil 1893. Jena.

— *b*), Vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Sirenen. Denkschr. d. Med.-Naturw. Ges. Jena, Vol. 7; Semon, Zool. Forschungsreisen etc., Vol. 4, p. 1—75, 1897.

— *c*), Die Wale der Arktis. Fauna arctica, 1. Bd., p. 179—234, Jena 1900.

Lönnberg E., Demonstration eines Fötus vom westafrikanischen Elefanten, Elephas cyclotis Matschie. Compt. Rend. des Séances du Sixième Congrès international de Zoologie. Genève 1905, p. 323—326.

Lydekker R. *a*), The Royal Natural History Vol. II. London 1894.

— *b*), The great and small Game of India, Burma and Tibet. London 1900.

Matschie P., Geographische Abarten des afrikanischen Elefanten. Sitzungsber. Ges. Naturforsch. Freunde Berlin 1900, p. 189—197.

Maurer F., *a*), Haut-Sinnesorgane, Feder- und Haaranlagen und deren gegenseitige Beziehungen Morph. Jahrb., 18. Bd., p. 717—804. Leipzig 1892.

— *b*), Die Epidermis und ihre Abkömmlinge, 352 S., Leipzig 1895.

Meijere de, J. C. H., Über die Haare der Säugetiere, besonders über ihre Anordnung. Morph. Jahrb., 21. Bd., p. 312—424, Leipzig 1892.

Möbius K., Die Behaarung des Mammuts und der lebenden Elefanten, vergleichend untersucht. Sitzungsber. d. k. preuß. Akad. d. Wiss., Math.-Nat. Mitt., 1892, p. 217—228. Berlin.

Mojsisovics A. v., Nachträge zur Anatomie von Loxodon africanus Falc., Sep. a. d. Mitteilungen d. naturw. Vereines für Steiermark, Graz 1883.

Mollison Th., Dendrohyrax nova spec. off. D. neumanni. Zoolog. Anz. XXIX, p. 417, Leipzig 1906.

Nassonow N., *a*), Bemerkungen über die Lebensweise von Procavia (Hyrax) syriaca Schrb. Zool. Anz. 1895, p. 459—462.

— *b*), Symbol. anat. et embryol. de Lamnungiis (Ross.). Warschau 1897.

Naunyn B., Die Hornborsten am Schwanze des Elefanten. Arch. f. Anat. u. Phys. p. 670—674. Leipzig 1861.

Pechuel-Loesche. Säugetiere III. Bd. in Brehms Tierleben. 3. Aufl. Leipzig und Wien 1891.

Pfizenmayer E., Das Mammut. *Eleph. primigenius* Blumb. Leipzig 1908.

Pinkus F., Die Entwicklungsgeschichte der Haut, in F. Keibel und F. P. Mall, Handb. Entwicklungsgesch. d. Menschen. Vol. I, p. 249—295, Leipzig 1910.

Plate L., Über die äußere Form eines Säugetier-Cyclops. Verhandl. Deutsch. Zool. Ges. 1903, p. 139—143. Leipzig.

Römer F., Studien über das Integument der Säugetiere. II. Das Integument der Monotremen. Denkschr. Med.-Nat. Ges. Jena, Vol. 6, p. 189—241, 1898.

Salensky W., *a*), Die zoologischen Artkennzeichen des Mammuts, und

— *b*), Mikroskop. Untersuchungen einiger Organe des an der Beresovka gefundenen Mammuts. Wiss. Ergeb. einer v. d. k. Akad. d. Wiss. zur Ausgrab. d. i. J. 1901 a. d. Beresovka gefundenen Mammutkadavers ausgerüst. Exped. St. Petersburg 1907 und 1909.

Sarasin P., Über die zoologische Schätzung des sogenannten Haarmenschen und über larvale Formen bei Säugetieren und Reptilien. Zool. Jahrb., Suppl. XV, 2. Bd., p. 289—328, Jena 1912.

Schiött J., Geburt eines Elefanten im Zoolog. Garten zu Kopenhagen. Zoolog. Beob. 49. Jahrg., p. 133—136, Frankfurt 1908.

Schreber J. Ch. D. v. und Wagner J. A., Die Säugetiere. 6. Teil, Erlangen 1835.

Schwalbe G., *a*), Über den Farbenwechsel winterweißer Tiere. Morphol. Arb., Vol. 2, p. 483—606, Jena 1893.

— *b*), Über die Richtung der Haare bei den Affenembryonen etc., in Selenka, Menschenaffen, Lief. 10, 205 pp., Wiesbaden 1911.

— *c*), Mitteilungen über die Haare, besonders über ihre Richtung. Mitteilg. d. Philomath. Ges. in Elsaß-Lothringen, Bd. IV, Heft 4, Jahrg. 1911 (Straßburg 1912).

Seba A., Locupletissimi Rerum Naturalium Thesauri, accurata descriptio etc. I., Tab. 111, Nr. 1, p. 175—176. Amsterdam 1734.

Seefeld A., Nilpferdzucht im Zoologischen Garten zu St. Petersburg. Zool. Garten, XXX, p. 161—167, Frankfurt 1889.

Selous F. C., in Great and Small Game of Africa, General Editor H. A. Bryden. London 1899.

Smith F., Histology of the Skin of the Elefant. Journ. of Anat. and Phys. 24. Bd., p. 493—503, London 1890.

Tennent J. E., Sketches of the Natural History of Ceylon, London 1861.

The Field. The birth of a young Rhinoceros sumatrensis. 1889, March 2 nd.

Toldt K., jun., *a*), Studien über das Haarkleid von *Vulpes vulpes* L. nebst Bemerkungen über die Violdrüse und den Häckel-Maurer'schen Bärenembryo mit Stachelanlagen, in: Ann. naturhist. Hofmus., Vol. 22, p. 197—269, 1907—1908.

— *b*), Über eine beachtenswerte Haarsorte und über das Haarformensystem der Säugetiere, ibid., Vol. 24, p. 195—268, 1910.

— *c*) Beiträge zur Kenntnis der Behaarung der Säugetiere, Zoolog. Jahrbücher, Abt. f. System., Bd. 33, p. 9—86. Jena 1912.

— *d*), Über Hautzeichnung bei dichtbehaarten Säugetieren nebst Bemerkungen über die Oberflächenprofilierung der Säugetierhaut, ibid., Bd. 35, wird demnächst erscheinen.

Tournier G., Les Éléphants. Paris 1909.

Trouessart E. L., Hippopotame nouveau-né à la ménagerie du Muséum d'Histoire naturelle, allaité par des Chèvres. Paris, C. R. Acad. sc. 145. Bd., p. 466—468 und 511—513, 1907.

Turner, The Form and Proportions of a Foetal Indian Elephant. Journ. Anat. and Phys. Vol. XV, p. 519—522. London and Cambridge 1881.

Weber M., Studien über Säugetiere. I. Beiträge zur Anatomie von Hippopotamus amphibius, Jena 1886.

Zimmermann E. A. W., Beschreibung und Abbildung eines ungebornen Elephanten etc., Erlangen 1783.

Während des Druckes dieser Abhandlung erschienen:

Hickl A., Die Gruppierung der Haaranlagen (»Wildzeichnung«) in der Entwicklung des Hausschweines. Anat. Anz., 44. Bd., p. 393—402, 1913.

Semon R., Die Fußsohle des Menschen. Arch. mikrosk. Anat., 82. Bd., Abt. II, p. 164—211, 1913.

Nachschrift.

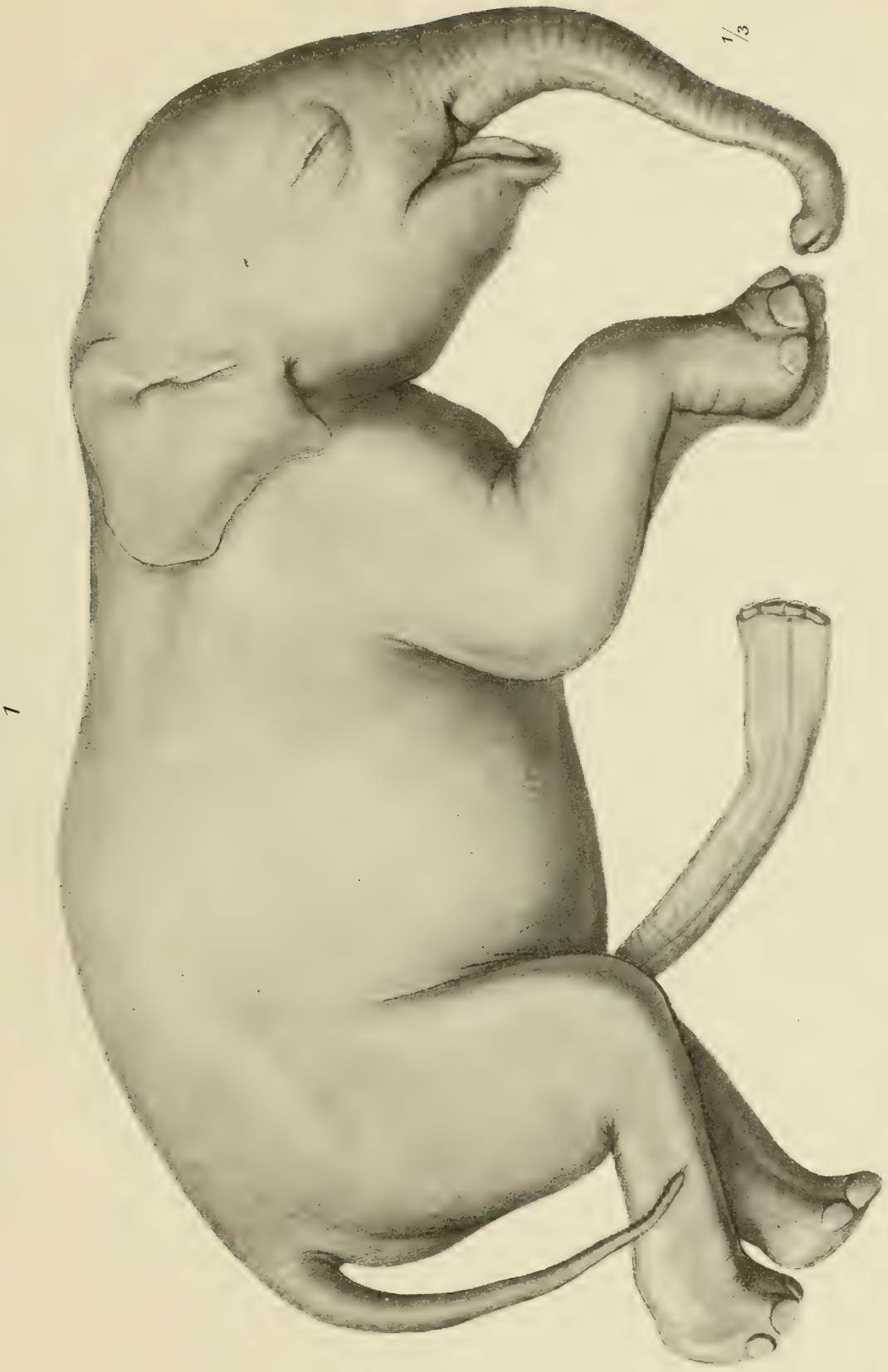
Aus einem soeben (Ende Oktober 1913) ausgegebenen Heft der »Bibliographia Zoologica« erfuhr ich, daß über den p. 4 unter Nr. 10 angeführten Elephantenfetus aus dem französischen Kongo nun in einer wissenschaftlichen Zeitschrift ein ganz kurzer Bericht mit Abbildung erschienen ist (Durrieux A., Présentation d'un foetus d'Éléphant. C. R. de la Soc. de Biol., Tome 73, p. 188—189, Paris 1912). Hier sei hervorgehoben, daß auch dieser ziemlich stark geschrumpfte Fetus unregelmäßig gefleckt erscheint. Ob diese Fleckung eine natürliche ist, wird in der Notiz nicht erörtert. Soviel kann man jedoch mit Sicherheit entnehmen, daß die Haut dieses Fetus, dessen Stirn-Steißlänge nun mit 143 *mm* angegeben wird, wenigstens stellenweise bereits merklich pigmentiert ist.

Tafel I.

Tafel I.

Fig. 1. 11 Monate alter ♀ Fetus eines *Elephas maximus* (= *indicus*) L.: Gesamtansicht von der Seite. Scheitel-Steißlänge 56·5 *cm*. Rüssel im proximalen Teile etwas seitlich nach außen gedreht, so daß hier seine Unterseite teilweise sichtbar ist. Zwischen dem Auge und der Ohrmuschelbasis die spaltförmige Öffnung der Schläfedrüse mit Haarbüschel. Die Austrittsstelle des Nabelstranges liegt relativ weit hinten. $^1/_3$.

Zeichnung vom akademischen Zeichner Herrn Bruno Keilitz ausgeführt.



Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien

Tafel II.

Tafel II.

Fig. 2. Elefantenfetus (von Fig. 1): Schema der Verteilung der bereits deutlich durchgebrochenen Haarspitzen. $^1/_3$.

Zeichnung vom akademischen Zeichner Herrn Bruno Keilitz ausgeführt.

Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien

Tafel III.

Tafel III.

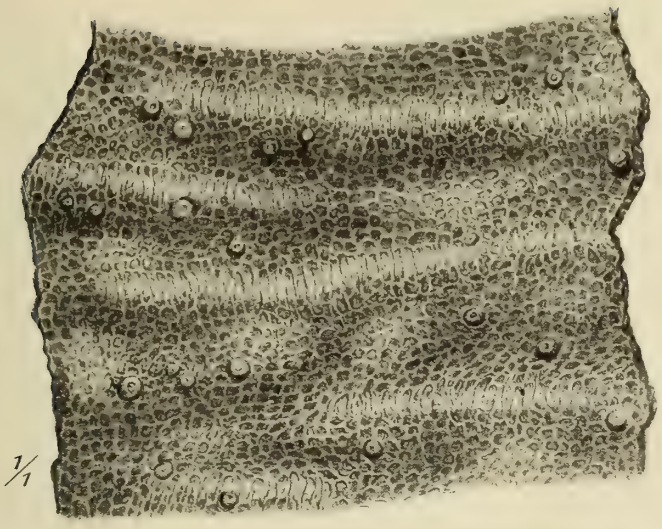
Fig. 3. Elefantenfetus (von Fig. 1): Mundgegend von unten. Rüsselbasis nach vorne umgelegt, wodurch der Mund etwas geöffnet erscheint. In der Mitte die Zunge, darunter die behaarte Unterlippenspitze. Jederseits von der Zunge ziehen die seitlichen Teile der Ober- und Unterlippe zum Mundwinkel. Beiderseits schräg vor der Zunge eine Vertiefung, die der Lage des Stoßzahnes entspricht. An der Rüsselunterseite Querfurchen. Submentales Haarbüschel. $^1/_1$.

» 4. Innenfläche eines durch Mazeration losgelösten Epidermisstückes von der Oberseite der proximalen Rüsselhälfte des Muttertieres des vorgenannten Elefantenfetus. Die im allgemeinen ziemlich regelmäßigen polygonalen Eindrücke der Coriumpapillen sind an den Stellen, an welchen die Haut gerunzelt war, in die Länge gezogen und quer zur Achse der Runzeln gerichtet. Allenthalben zerstreut verhornte Scheiden von Haaren verschiedener Stärke. Stellenweise ist die Epidermis licht gefleckt. $^1/_1$.

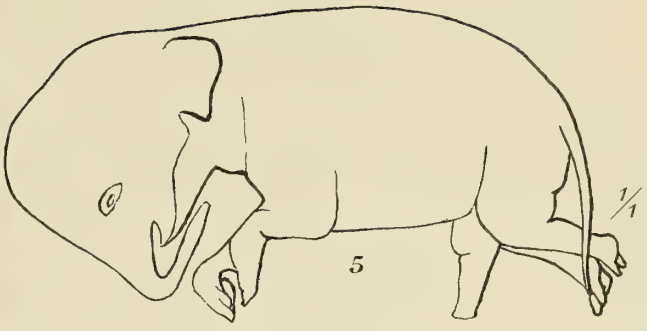
» 5. Fetus von 7·25 *cm* Scheitel-Steißlänge eines Elefanten aus Kamerun. Nach A. Brauer.

» 6. Fetus von 6·6 *cm* Scheitel-Steißlänge eines Elefanten aus Ceylon. Nach J. E. Gray.

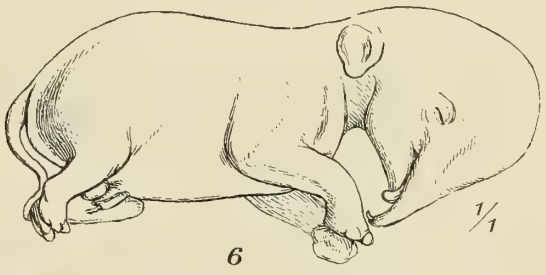
Zeichnungen vom akademischen Zeichner Herrn Bruno Keilitz ausgeführt.



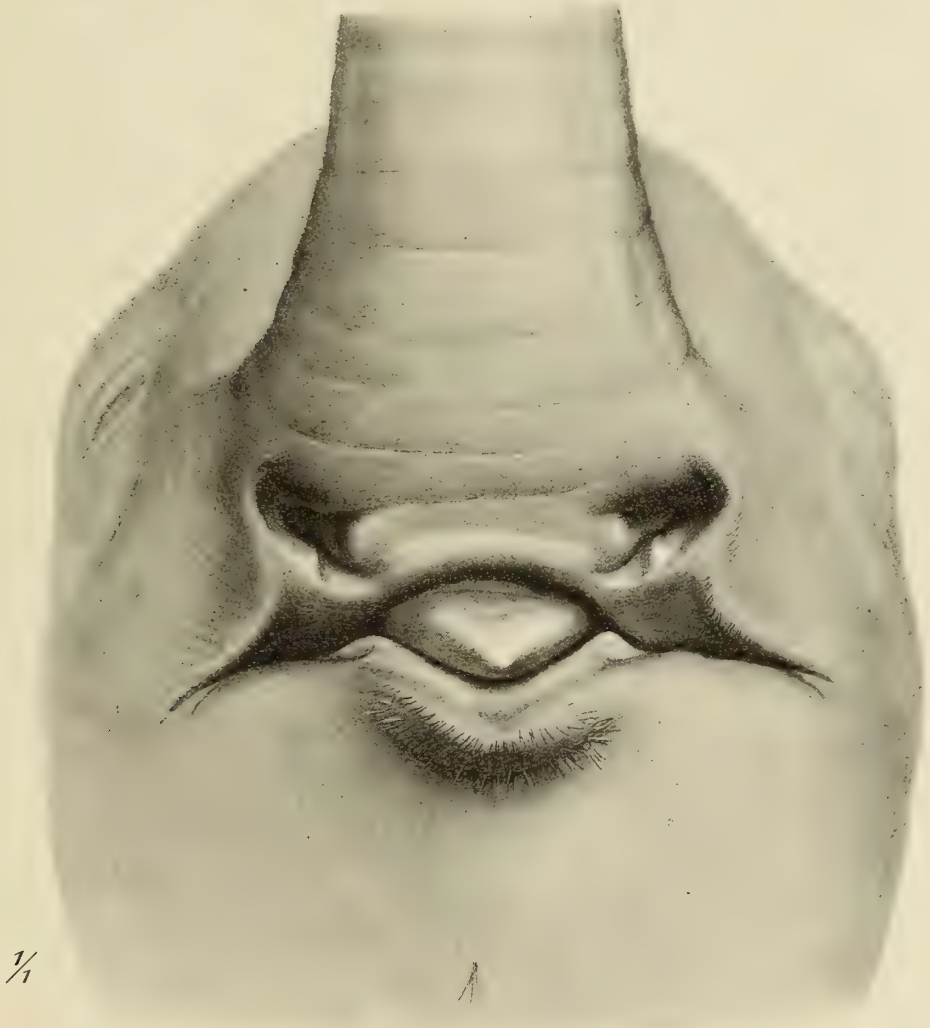
4



3



6



Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien

Tafel IV.

Tafel IV.

Fig. 7. Kopf des Elefantenfetus (von Fig. 1). Rüssel etwas seitlich nach außen gedreht, so daß seine Unterseite teilweise sichtbar ist. Furchung der Haut des Rüssels und der Augengegend. Schläfedrüsenöffnung mit Haarbüschel. Nickhaut (im vorderen Teile der Lidspalte). Behaarung des seitlichen Teiles der Oberlippe, der Unterlippe und des Rüssels. Cilia, Pili supraorbitales und Pili submentales. $^2/_3$.

» 8. Fetus von *Procavia oweni* Thos. (130 *mm* absolute Scheitel-Steißlänge). Relativ starke Behaarung des Kopfes und zum Teil der Rückenmittellinie. Rückendrüsengebiet: vorne licht behaart, hinten median haarlos mit Drüsenausmündungen. An verschiedenen Stellen im Gesichte Gruppen mächtiger Spürhaare. Einzelne Spürhaare auch allenthalben am Rumpfe zerstreut; gegenüber der erst zum Teil eben durchgebrochenen allgemeinen Behaarung sind sie in der Entwicklung weit vorgeschritten. $^1/_1$.

» 9. Flächenansicht eines durchsichtig gemachten Hautstückes aus der Lendengegend des *Procavia*-Fetus (von Fig. 8). Haarbälge in vier Dreiergruppen, mit Pigment in der äußeren Wurzelscheide. Mittelhaar deutlich. Ganz oberflächlich Epidermispigment (intensiv dunkel) in Gestalt verästelter Figuren von locker körniger Struktur. Etwas tiefer ein Netzwerk von lichterem, ziemlich homogenem Coriumpigment. × 180.

Zeichnungen vom akademischen Zeichner Herrn Bruno Kéilitz ausgeführt.

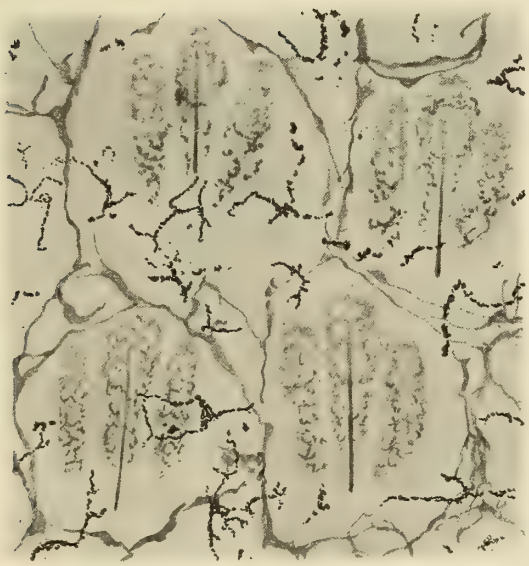
7

8

1/1

2/3

9



180/1

Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien

Tafel V.

Tafel V.

Fig. 10. Hinteres Rumpfende des Elefantenfetus (von Fig. 1). Deutlich abgegrenztes, langgestrecktes Perineum; die Hautoberfläche an demselben mit zarten Furchen und Haarspitzen. Anus von der Schwanzwurzel größtenteils verdeckt. An der Unterseite des apikalen Schwanzteiles zeilig angeordnete Haarbüschel. $^2/_3$.

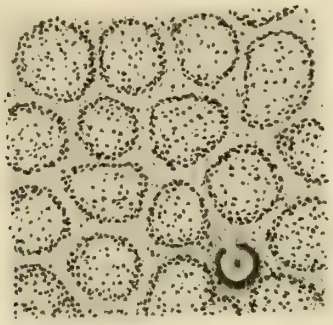
» 11. Äußeres Genitale desselben Fetus, fast ganz ventral, zwischen der Basis der Oberschenkel gelegen. Schamlippen etwas auseinander gehalten. Clitoris stark ausgebildet. Unterhalb derselben das Orificium vaginae. Ganz oben im Bilde der Ansatz des Nabelstranges. Unterhalb des Genitales der untere Teil des Perineums; in seiner Mittellinie die Raphe perinei. $^1/_1$.

» 12. Flächenansicht eines durchsichtig gemachten Hautstückes aus der Lendengegend des Elefantenfetus (von Fig. 1). Verteilung der Coriumpapillen (rundlich umgrenzte Stellen) und des Epidermispigmentes. Rechts unten der optische Querschnitt eines Haarbalges. × 70. — Zu Fig. 9 und 12 vgl. auch die Abbildungen der Pigmentierung von Affenhäuten in meiner demnächst erscheinenden Abhandlung (*d*, Taf. IX, Fig. 8 und 9).

» 13. Fein gravierte Mammutdarstellung des Diluvialmenschen in Font-de-Gaume (Dordogne); vorgeschritteneres Magdalénien. Nach H. Breuil. Behaarung besonders am Kopf, an der unteren Rumpfseite und an der Rüsselunterseite markiert.

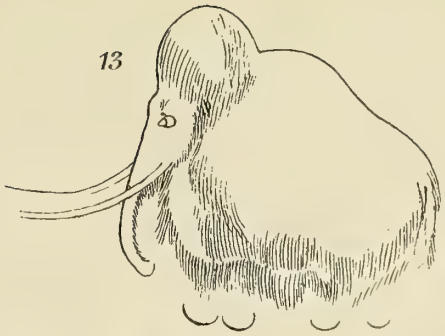
Zeichnungen vom akademischen Zeichner Herrn Bruno Keilitz ausgeführt.

12

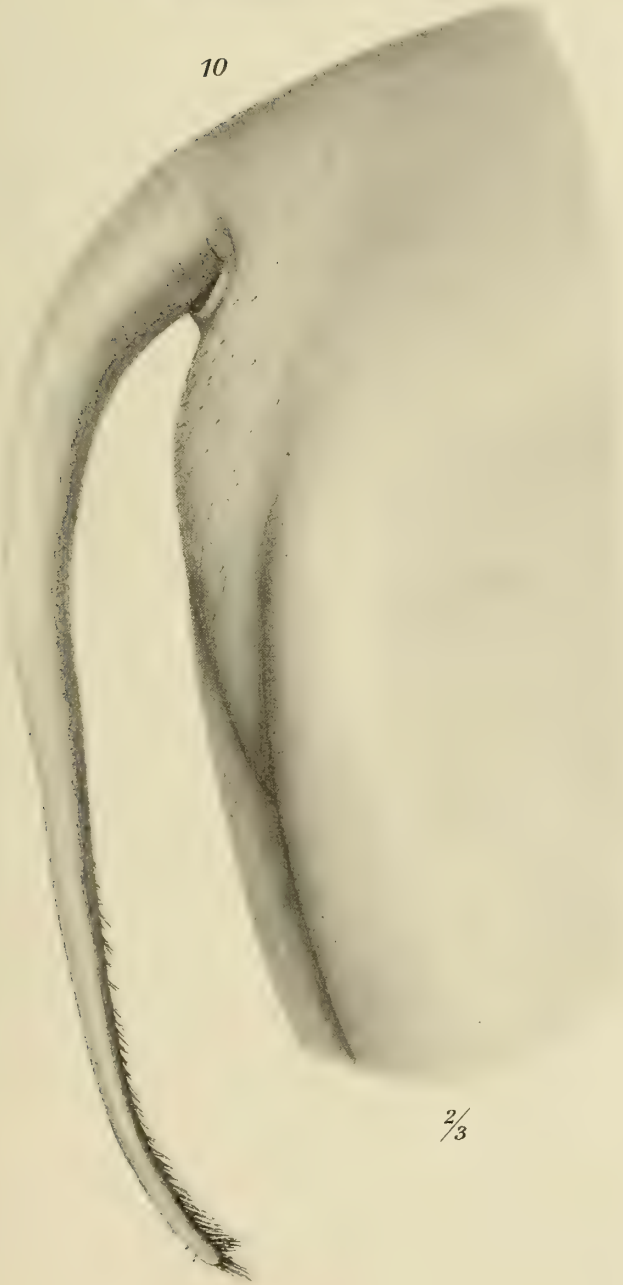


70/1

13

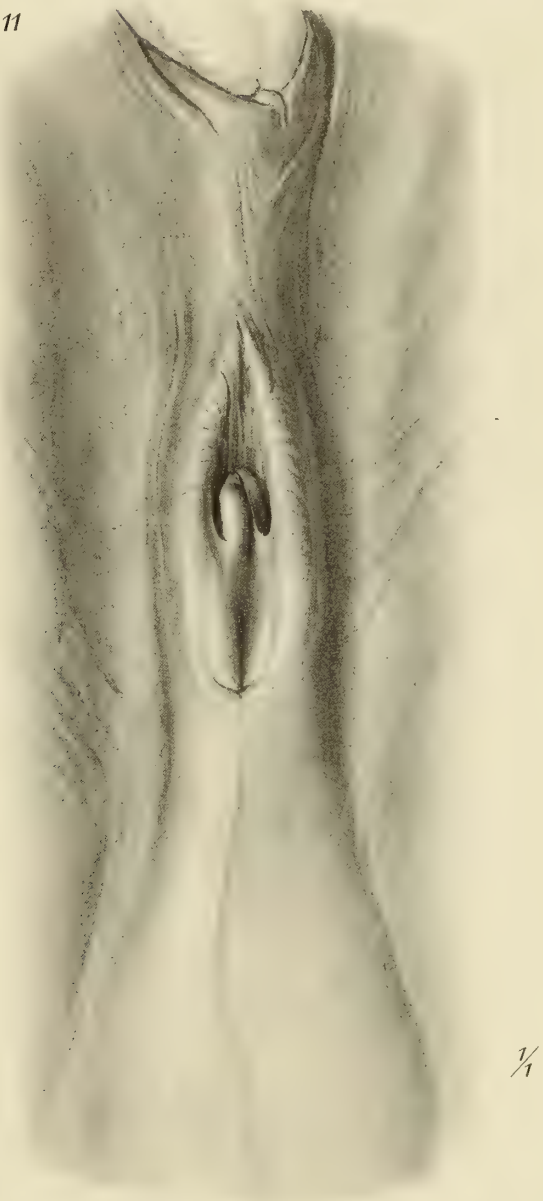


10



2/3

11



1/1

Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien

STUDIEN
ÜBER JUGLANDACEEN UND JULIANIACEEN

VON

STEPHANIE HERZFELD.

AUS DEM BOTANISCHEN INSTITUT DER K. K. UNIVERSITÄT IN WIEN.

Mit 1 Textfigur und 7 Tafeln.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 3. JULI 1913.

Einleitung.

Im Jahre 1907 erschien Hemsley's Arbeit »On the *Julianiaceae*«, in der er aus den morphologischen Ähnlichkeiten auf Verwandtschaft mit den Juglandaceen und Cupuliferen schloß und vorschlug, diese neu abgegrenzte Gruppe zwischen die genannten Ordnungen zu stellen. Die Untersuchung der anatomischen Merkmale überließ er Fritsch. Dieser Autor betont in seiner Abhandlung »The anatomy of *Julianiaceae*« die Ähnlichkeit zwischen ihnen und den Terebinthaceen. Hierauf erschien Hallier's »Über die Julianiaceen, eine Terebinthaceen-Gattung, und die wahren Stammeltern der Kätzchenblütler,« eine Schrift, in welcher auf der Basis der angenommenen nahen Beziehungen zu den Terebinthaceen ein neues System aufgestellt wurde, das die Kätzchenblütler als sehr abgeleitete Pflanzen erscheinen ließ. Auf diesem Hallier'schen System fußt Lotsy's Stammesgeschichte, soweit sie bis heute veröffentlicht ist; doch scheint der Autor selbst die Empfindung zu haben, daß sich der eingeschlagene Weg nur schwierig werde bis zu Ende verfolgen lassen.

So hatten die Julianiaceen und mit ihnen die Juglandaceen eine große Bedeutung in der Systematik erhalten, woraus sich das Bedürfnis erklärt, die Entwicklungsgeschichte der weiblichen Blüte von *Juglans regia* L. neuerdings zu untersuchen.

Methode.

Es wurden von Anfang Jänner bis Ende Mai 1911 in ziemlich regelmäßigen Zeiträumen erst Knospen, dann Blüten von *Juglans regia* in Alkohol-Eisessig fixiert und nach der Mikrotommethode behandelt. Bei der Färbung stellte es sich heraus, daß *Juglans* nur schwierig Safranin, hingegen rasch Hämatoxylin annimmt. Bald zeigte es sich, daß die *Juglans*-Blüte morphologisch nur zu deuten ist, wenn die Untersuchung auf beide Geschlechter und auf alle Gattungen der Ordnung sowie auf die Julianiaceen ausgedehnt wird.

Ich studierte daher *Juglans Sieboldiana* Maxim. (die Blüten stammen aus Lunz[1] und Albern), die mit ihren vielblütigen weiblichen Kätzchen eine relativ ursprüngliche Gattung ist, dann *Pterocarya fraxinifolia* Kunth aus dem Botanischen Garten in Wien, endlich spärliches Herbarmaterial von *Platycaria strobilacea* Sieb. et Zucc., *Carya alba* Nutt., *Engelhardtia spicata* Blume und *parvifolia* C. DC. sowie *Juliania adstringens* Schl. Die getrockneten Pflanzen wurden in destilliertem Wasser mit etwas Kalilauge auf dem Wasserbad 10′ bis $^1/_4{}^h$ aufgekocht, dann mit Alkohol-Eisessig wie frisches Material behandelt; sie lieferten oft ganz brauchbare Mikrotomserien. Da ich fand, daß die Krystalle, welche die meisten der untersuchten Blüten in großer Menge besaßen, nach dem Einschließen nicht mehr sichtbar waren, wenn die Schnitte in Nelkenöl gelegen hatten — die Krystalle besitzen offenbar den gleichen Brechungsexponenten wie dieses Medium —, benützte ich später mit gutem Erfolg Xylol statt Nelkenöl vor dem Kanadabalsam.

[1] Nach Abschluß der Untersuchung haben sich Anzeichen dafür ergeben, daß die Figuren 30 bis 36 in Tafel I möglicherweise zwei verschiedenen Formen angehören. Doch ändert dies nichts an den gewonnenen Resultaten.

Juglans regia L., weibliche Blüte.

a) Entwicklungsgeschichte und Morphologie.

Zum besseren Verständnis der Verhältnisse bringe ich erst die Abbildung eines jungen Blütensprosses von *Juglans regia* (Taf. I, Fig. 1). Wir sehen zwei große Blätter, die einander gegenüberstehen; das vordere wurde abgelöst; seine Stellung ist durch die Narbe (*N V S*) erkenntlich. Sie unterscheiden sich durch ihre Ganzrandigkeit und Dicke von den assimilierenden Blättern; es sind die Vorblätter des ganzen Sprosses (*V S*). Dieser trägt bis zu vier Blüten, welche akropetale Aufblühfolge besitzen; die zwei untersten verkümmern meistens (1). Die junge Blüte zeigt im untern Teile ihrer Kugelgestalt eine schwache Einschnürung, die sich später vertieft und scheinbar hinaufwandert, indem offenbar der unter ihr befindliche axile Teil stärker wächst als der obere. Verhältnismäßig weit oben auf der Blüte 1 sitzt eine Braktee (*B*), die auf der Blüte 2 vom Beschauer abgewendet ist. Deutlich sind zweierlei Hüllkreise der Blüte zu erkennen, die innere, vierzipflige, ist noch eingerollt, die äußere Hülle hat ebenfalls vier Zipfeln.

Taf. I, Fig. 2 zeigt die zwei Sproßvorblätter (*V S*) und zwei Blütenanlagen; an der jüngeren von beiden (*a*) ist ein Ringwulst um einen stumpfen Vegetationskegel angedeutet, bei der älteren (*b*) ist er schon bis zur Höhe der Kegelspitze herangewachsen. Der Ring entwickelt sich weiter und differenziert sich in Blättchen (Taf. I, Fig. 3 *a*). Nun bildet sich ein zweiter innerer Wulst, der sich bis zur Spitze des Kegels erstreckt und sich ebenfalls in Blättchen differenziert (Taf. I, Fig. 4). Symmetrisch verlaufende Gefäßbündel gehen in die äußere Hülle. Die Braktee (*B*), welche sehr hoch an der Blüte inseriert scheint, ist offenbar durch Rekauleszenz mit der Achse verwachsen. Indem die Spitze des Vegetationskegels im Wachstum zurückbleibt, erscheint sie als Einsenkung in der Mitte der Blüte (Taf. I, Fig. 5). Dieser ehemaligen Spitze ist eine wichtige Rolle vorbehalten, indem auf ihr später das Ovulum entsteht.

Nun bilden sich um diesen Punkt zwei einander gegenüberstehende Erhebungen: die beiden Karpiden. Taf. 1, Fig. 5 belehrt uns über das Aussehen derselben in der Jugend, Fig. 6 über die zentral gelegene Zelle, welche durch ihre Größe und Reichtum an Protoplasma auffällt. Fig. 7 zeigt das Heranwachsen der Karpiden und den Verlauf der Gefäßbündel, die vollkommen getrennt in die beiden Blütenhüllen und in den Fruchtknoten gehen. Über die Blättchenzahl beider Hüllkreise geben die Querschnitte (Fig. 8 und 9) Aufschluß. Wir sehen in der Mitte die zwei Karpiden und in dekussierter Stellung vier innere Hüllblätter, die wir als Perianth bezeichnen, sowie vier äußere Blättchen, welche wir mit dem allgemein üblichen Ausdruck »Vorblätter« benennen. Es ist auffallend, daß fast alle Autoren, die bisher die Juglansblüte bearbeiteten, von nur zwei Vorblättern sprechen und doch hat mir jede Querschnittserie deren vier ergeben, wenn sie auch nicht immer auf demselben Schnitt als vier getrennte Blättchen erschienen (in Fig. 8 sind zwei derselben bereits vereinigt). Nur ältere Autoren, Duhamel 1755, Berg und Schmidt 1863, De Candolle im Prodromus 1874, Koch in seiner Dendrologie 1869 erwähnen drei bis mehrere Zähne der äußeren Hülle.

Die Braktee steht so, daß ihre Mittellinie durch den Spalt zwischen den Karpiden verlauft, also rechtwinklig zur Mediane der letzteren. Längsschnitte, welche durch die Mitte der Narben und Karpiden gehen, treffen die Braktee nicht (Taf. I, Fig. 5 und 7); wurde hingegen die Braktee durchschnitten, so konnte auf dem Bild nur eines der beiden Karpiden sichtbar werden (Taf. I, Fig. 10). Es scheint, daß manchmal eines der vier Vorblätter die Rolle der Braktee übernimmt oder die Braktee so hoch hinaufrückt, daß eines der vier Vorblätter ausfallen muß (Taf. I, Fig. 11). An ganz reifen Blüten sowie an Früchten ist sie nie mehr zu sehen, sie scheint zu vertrocknen und abzufallen.

Gehen wir auf einer Querschnittserie in die Tiefe der Blüte, so sehen wir die Vorblätter zu einer ringförmigen Hülle vereint in einer Höhe, in der die Perianthblätter noch getrennt sind (Taf. I, Fig. 12).

Bei ganz jungen Blüten, die kaum die erste Anlage eines Ovulums besitzen, kann man in Querschnittserien (Taf. I, Fig. 13 bis 20) am Grunde der beiden noch getrennten Karpiden zwischen ihren benachbarten Rändern je einen 7 bis 14 μ hohen Zapfen beobachten (Taf. I, Fig. 17); auf dem tieferen Schnitt, der die ringförmige, möglicherweise axile Basis der Karpiden zeigt (Taf. I, Fig. 19), ist die Anlage der Scheidewand zu sehen, welche die beiden einander gegenüberliegenden Zapfen verbindet und das Ovarium an der Basis halbiert. Es ist nicht unmöglich, daß diese Zapfen ein reduziertes zweites Karpidenpaar vorstellen. In der Mitte dieser Scheidewand, welche median zur Abstammungsachse verlauft, entsteht das Ovulum (Taf. I, Fig. 20).

An der Basis sowohl der Karpiden wie des Perianths und der Vorblätter beobachten wir eine Meristemzone. Diese gibt nicht nur nach aufwärts Zellen ab und bewirkt so das Heranwachsen des Griffels sowie der Blütenhüllblätter; es scheinen auch eifrig Zellagen nach abwärts, an den Basalteil des Ovariums abgegeben zu werden, denn der Fruchtknoten wächst rasch ringförmig heran (ohne irgend eine Verwachsungsstelle zu zeigen!) und hebt die auf ihm sitzenden Blütenhüllen empor, während das Ovulum und die Scheidewand in der Tiefe der Höhlung bleiben. Der Ovarialraum bleibt in der Regel offen und durch die Mitte des Griffels mit der Außenwelt in Verbindung (Taf. I, Fig. 21), ein Verhalten, welches die Blüte fast gymnosperm erscheinen läßt; ab und zu findet man in älteren Blüten einen geschlossenen Ovarialraum — bei *Juglans Sieboldiana* Maxim. ist dies stets der Fall (Taf. VI, Fig. 149).

Die erste kegelförmige Anlage des Ovulums umgibt sich mit einem Ringwall, dem inneren Integument (Taf. I, Fig. 22), das langsam heranwächst (Taf. I, Fig. 23) und sich schließlich, eine Mikropyle bildend, über dem Nucellus schließt (Taf. I, Fig. 24). Indessen begann tief unten am Ovulum ein zweiter Wall sich zu bilden (Taf. I, Fig. 25 und 23), der den Nucellus nicht ringförmig umgeben kann, weil die Scheidewand ihn daran hindert (Taf. I, Fig. 26). Er ist daher auf radialen Längsschnitten nur dann zu sehen, wenn sie in der Mediane der quer zur Abstammungsachse stehenden Karpiden und Narben geführt werden, da die rechtwinklig zu dieser Linie laufenden Schnitte durch die Scheidewand gehen.

Dieser in zwei getrennten Blättern heranwachsende Wall wird von den meisten Autoren als funikulare Bildung bezeichnet; nur Karsten erklärt sie für ein äußeres Integument.

Ich bin zur selben Auffassung gelangt, bevor mir Karsten's Arbeit bekannt war, und freute mich der Übereinstimmung mit diesem Gelehrten. Dem sitzenden Ovulum fehlt ein Funikulus, wie kann daher eine »flügelartige Wucherung« desselben bestehen? Der Wall wird, wie jedes äußere Integument, später angelegt wie das innere, wächst nach der Befruchtung rasch heran, indem sich die Zellen bei gleichzeitiger lebhafter Teilung in radialer Richtung strecken und den Ovarialraum derart vollständig ausfüllen, daß sie sich innig an die Fruchtknotenwand anschmiegen und einen zentrifugalen Druck auszuüben scheinen (Taf. I, Fig. 24 und 27, Taf. VII, Fig. 155). Daß Nicoloff's Beschreibung sowie seine Zeichnungen ein solches Anschmiegen leugnen, dürfte auf Schrumpfung des Materials beim Fixieren zurückzuführen sein. Karsten spricht diesem äußeren Integument die Funktion zu, den Ovarialraum für die Kotyledonen der jungen Nuß vorzubereiten und auszuweiten; es zerfällt unmittelbar vor dem Heranwachsen der letzteren. Nach Nawaschin dringt außerdem der Pollenschlauch bei der Befruchtung durch dieses Gewebe, bevor er die Chalaza erreicht.

Sehr spät, möglicherweise erst nach der Bestäubung, erfolgt die Anlage des Gametophyten, dessen Entwicklungsgeschichte Karsten und Nawaschin bearbeitet haben. Im Gegensatz zu Nicoloff, der Karsten's Angabe über das Vorhandensein eines sporogenen Gewebes leugnet, glaube ich, ein solches gesehen zu haben (Taf. VII, Fig. 155). Vom Befruchtungsvorgang dünkt mir aus phylogenetischen Gründen Nawaschin's Fund sehr wichtig, daß der zweikernige männliche Gamet sein Cytoplasma bis in den Embryosack mitnimmt — ein Vorgang, den er als »altes, von den Gymnospermenvorfahren stammendes Merkmal« bezeichnet.

Bemerkenswert scheint mir ferner, daß Karsten in drei Fällen bei *Juglans regia* L. sowie stets bei *Juglans nigra* L. die beiden Polkerne zur Zeit der Befruchtung noch getrennt vorfand, so daß der zweite

Spermakern sich mit nur einem Polkern vereinigen konnte; trotzdem wurde auch der zweite, unbefruchtete Polkern zur Teilung und Endospermbildung angeregt, was vielleicht auch als ursprüngliches Merkmal zu bezeichnen ist.

An einer reifen Frucht, deren grüne Hülle in vier Teilen aufgesprungen war (Taf. V, Fig. 129), konnte festgestellt werden, daß der Griffel mit den Narben nur auf dem Holzteil der Schale sitzt; außen zogen in den Furchen des Holzes die vertrockneten, von der grünen Hülle bloßgelegten Gefäßbündel; es war daher — wie es auch Karsten angibt — nur der innerhalb der Gefäßbündel liegende Teil des Fruchtknotens verholzt; die grüne Hülle hatte sich deutlich in zwei parallel verlaufende Schichten gespalten, deren innere noch die Perianthzipfeln, deren äußere die Vorblätter trug. In der Holzschale sieht man apikal — am spitzen Ende — einen kurzen Spalt, der so lang ist wie die Dicke des Holzes (Taf. V, Fig. 130); er wird von den Rändern der beiden Karpiden gebildet. Die meridional verlaufende Linie, in der sich die Holzschale öffnet, liegt in der Mediane der Karpiden und Narben. Dieser Spalt ist schon im jugendlichen Fruchtknoten vorgebildet. Bei schwacher Vergrößerung fallen auf Querschnitten stets zwei dunkler angefärbte gerade Linien auf (Taf. I, Fig. 26 und 31, Taf. VII, Fig. 156), welche radial von der Innenwand des Fruchtknotens bis zu dem innersten kräftigen Gefäßbündel ziehen, das später die Verholzung der Schale nach außen zu begrenzt. Diese gerade Linie erscheint bei stärkerer Vergrößerung (Taf. I, Fig. 28) aus vier bis sechs Reihen von Zellen gebildet, die viel reicher an Protoplasma, großkerniger und zartwandiger sind als ihre Umgebung und sich von dieser auch durch die große Regelmäßigkeit in der Anordnung unterscheiden. Diese Zellen strecken sich zwar später (Taf. I, Fig. 29), bleiben aber dünnwandig und behalten Kern wie Protoplasma zu einer Zeit, wo die ganze Nachbarschaft bereits verholzt ist und ihren Inhalt eingebüßt hat. Dieser Umstand erklärt das Aufgesprengtwerden der Samenschalen durch den Keimling in der vorgebildeten meridionalen Linie. Daß diese Dehiszenzlinie nicht die Verwachsungsstelle der Karpiden ist, wie häufig angegeben wird, ergibt sich aus ihrer Lage.

In dieser Spaltebene entsteht nach der Befruchtung in der untern Hälfte der Nuß eine zweite verholzende Scheidewand (Taf. V, Fig. 130), die rechtwinklig steht zur ursprünglich angelegten, durch fast die ganze Frucht verlaufenden Haupttrennungswand, welche das äußere Integument halbiert. In der primären Scheidewand verlaufen die zum Ovulum führenden Bündel (Karsten verlegt sie irrtümlicherweise in die jüngere Wand). Die sekundäre Scheidewand halbiert die heranwachsenden Kotyledonen in ihrer unteren Hälfte.

b) Anatomisches.

Sehr lehrreich für die Morphologie der Blüte ist der Gefäßbündelverlauf (Taf. II, Fig. 37 bis 44 inkl.); wir sehen vollkommen getrennt zu äußerst die Bündel in die Vorblatthülle, zunächst in die Perianthblätter, zu innerst in den Fruchtknoten ziehen. (Benson und Welsford lassen die Bündel von Perianth und Vorblättern vereint verlaufen.) Vom Fruchtknoten-Gefäßbündelkreis zweigt je ein mächtiger Strang in die Scheidewand zwischen den Hälften des äußern Integuments und verlauft in einem nach auswärts gekrümmten Bogen empor, erreicht nicht ganz die Höhe des Nucellusscheitels, biegt dann in derselben Ebene nach abwärts, indem es sich in mehrere Bündel teilt, um — immer noch in der Scheidewand streichend — unterhalb des Ovulums abermals umzubiegen und aufsteigend in das innere Integument zu gelangen; er hat indessen seinen Xylemteil ganz verloren und besteht nur aus sehr engen, langgestreckten, prosenchymatischen Zellen, die offenbar Assimilate führen. Sowie das innere Integument erreicht ist, vereinigen sich die Bündel zu einem Ring, der sich sehr rasch in zahllose kleine Stränge auflöst, welche aufwärts führen, aber nicht die Höhe erreichen, zu welcher die Gefäße in der Scheidewand geführt hatten (Taf. II, Fig. 37).

Die Hauptgefäßbündel besitzen Holzparenchym. Die Blüten sind sehr reich an Harz, das sie in großen Zellen, nicht aber in Gängen führen. (Solereder bezeichnet die Juglandaceen als eine Familie, der alle inneren Sekretzellen fehlen!). Äußerst mannigfaltig sind die Haare und Drüsen gestaltet, welche die Blüten bedecken.

Wir sehen:

1. lange, einzellige, zugespitzte Haare (Taf. II, Fig. 45);
2. einzellige Büschelhaare (Taf. II, Fig. 46);
3. mehrzellige Haare (Taf. II, Fig. 47 und 48);
4. Drüsenhaare, welche einen kleinen, einzelligen Kopf auf einem kurzen Stiel tragen (Taf. II, Fig 49);
5. Drüsenhaare mit größerem, durch Vertikalwände geteilten Kopf auf kurzem Stiel (Taf. II, Fig. 50);
6. Drüsenhaare mit ebensolchem Kopf auf langem Stiel (Taf. II, Fig. 51);
7. Drüsenhaare mit kurzem Stiel, deren Kopf vertikale und horizontale Wände besitzt (Taf. II, Fig. 52);

endlich 8. Schilddrüsen auf kurzem Stiel (Taf. II, Fig. 54 zeigt sie von außen, Fig. 53 im radialen Längsschnitt).

Auffallend ist die Stellung des Protoplasmas in der Mitte der Stielzellen. (Solereder zählt nur 1., 2., 5. und 8. als Trichomformen auf.)

Sehr interessant sind die Spaltöffnungen gebaut, von denen häufig zwei eine gemeinsame Atemhöhle besitzen (Taf. III, Fig. 62). Sie sind erhaben gebaut, ähnlich wie die von *Cucurbita Pepo*. Je fünf bis sieben kreisförmig angeordnete Zellen (Taf. III, Fig. 63) erheben sich in Reihen, deren Zahl 1 bis 7 beträgt, übereinander zu einem von den Schließzellen abgeschlossenen Kamin (Taf. III, Fig. 64, 65, 66 und 67). (Solereder zählt die Juglandaceen zu den Ordnungen, welche Spaltöffnungen ohne Nebenzellen haben; allerdings sind bisher die Spaltöffnungen an den Blüten nicht untersucht worden.) An den Schließzellen selbst beobachtet man alle Übergänge, von kräftigster Entwicklung der Vor- und Hinterhofleisten bis zu deren Verkümmerung.

Haberlandt meint, daß sich kaum ein plausibler Grund für das Vorhandensein erhöhter Spaltöffnungen an behaarten Pflanzenteilen angeben lasse. Ich glaube aber, einen solchen gefunden zu haben; es mag wohl das Bedürfnis entstanden sein, die durch das dichte Haarkleid gehinderte Verdunstung durch Erheben der Spaltöffnungen zu fördern. Gleichzeitig sehen wir, daß häufig mit Hilfe eines Pfropfes, der die Stomata verschließt, die Wasserabgabe reguliert wird, sicher ein xerophiles Verhalten.

Juglans Sieboldiana Maxim., weibliche Blüte.

Die 12 bis 14 *cm* langen Kätzchen besitzen an ihrer Basis zwei gegenständige Sproßvorblätter wie *Juglans regia*. Die zahlreichen Blüten mit ihren stark rotgefärbten Narben unterscheiden sich nur in geringem Maß von denen der Walnuß. Auffallend ist die fast regelmäßige dichotome Spaltung der beiden Griffel, so daß wir vier Narbenschenkel sehen (was zuweilen auch bei *Juglans regia* der Fall ist), das tiefere Sitzen der Braktee (Taf. I, Fig. 30), welche auch noch bei älteren Blüten erhalten bleibt und sich unterhalb ihrer Insertion noch lange als blattstielartige Erhöhung abwärts verfolgen läßt (Taf. I, Fig. 31), der Verschluß der Ovarialhöhle (Taf. VII, Fig. 149), endlich die Vorblatthülle, welche die Blüte viel lockerer einschließt als es bei *Juglans regia* der Fall ist (Taf. I, Fig. 36), und welche meist drei größere, mehrfach gezähnte Zipfel besitzt (Fig. 32, 33, 34 und 35).

War schon bei *Juglans regia* L. das Vorhandensein von vier Vorblättern bei nur einer Blüte nicht zu deuten, so bereiten uns die drei Vorblattzipfel und die lockere Hülle hier noch mehr Schwierigkeiten. Diese lassen sich hinwegräumen, wenn wir zum Vergleich die Blüten der Julianiaceen heranziehen.

Juliania adstringens Schl., weibliche Blüte.

Morphologie und Deutung.

Die in Mexiko in nur beschränkter Zahl lebenden Julianiaceen, diöcische Bäume oder Sträucher, sind im Habitus den Eichen und Nußbäumen außerordentlich ähnlich, besitzen wie letztere wechselständige, nebenblattlose, unpaarig gefiederte Blätter und überraschen bei genauer Untersuchung durch die Übereinstimmung der Blüten sowohl in morphologischer als anatomischer Hinsicht.

Am Ende der Zweige sitzen die Blütenstände, welche dicht behaart sind, die Farbe der haarigen Blattstiele besitzen und als zusammengesetzte Infloreszenzen bezeichnet werden müssen, da jede scheinbare Blüte selbst ein Blütenstand ist. Jede solche einfache Infloreszenz sitzt in der Achsel einer behaarten Braktee (Tafel V, Fig 128), hat eine lange flachgedrückte Achse, die sich unterhalb der Blüten wie bei Juglans etwas einzieht. Oberhalb dieser Verschmälerung des Stieles sehen wir eine kugelig erweiterte Hülle, von Hemsley Involucrum genannt, welche mehrere, in einer Ebene flach nebeneinander stehende Blüten umschließt; dadurch erhält die Infloreszenz zwei verschieden lange Querachsen. *Orthopterygium Huancui* Hemsl. besitzt drei Blüten, *Juliania* vier (ich habe eine junge Frucht mit sechs Blüten beobachtet, Taf. VII, Fig. 157). Die Hülle besitzt mehrere Zipfel; Hemsley gibt als häufigste Zahl deren fünf an, ich fand mehrmals drei wie bei *Juglans Sieboldiana* Maxim.

Aus dem Involucrum ragen die behaarten Griffel der Blüten heraus, jedoch meist nur die beiden mittleren, da die äußersten Blüten häufig verkümmern. Von jeder Blüte steigt ein Stylus auf, der sich spaltet; Hemsley erklärt ihn für dreiteilig, doch sind häufig zwei der Äste noch längere Zeit miteinander verbunden (Taf. III, Fig. 68). Eine nicht zu verkennende dreieckige Anordnung der Gewebe des Griffels gestattet vielleicht einen Rückschluß auf die Zusammensetzung des Fruchtknotens aus drei Karpiden (Taf. VII, Fig. 160); doch läßt sich in den Querschnittserien durch das Ovarium nirgends eine Verwachsungsstelle der Karpiden erkennen, ebensowenig wie bei *Juglans*. Nur die ersten Stadien der Blütenentwicklung, die mir nicht zu Gebote standen, könnten über diese Frage sicheren Aufschluß gewähren. Weder Hemsley noch Fritsch haben die erste Anlage der Karpiden gesehen.

Ein Längsschnitt durch die Infloreszenz (Taf. VII, Fig. 161) zeigt drei Blüten getroffen; eine vierte ist erst auf den nächsten Schnitten der Serie rechts sichtbar. Von den tief in die Achse eingesenkten Blüten sind die äußersten seitlich mit dem Involucrum verwachsen. Ein Querschnitt (Taf. VI, Fig. 150) belehrt uns darüber, daß in der kürzeren der beiden Querachsen sämtliche Blüten mit der äußeren Hülle verwachsen, jedoch untereinander frei sind. Ein ähnliches Bild zeigt ein Querschnitt durch eine Blüte von *Juglans Sieboldiana* Maxim., wo die äußere Hülle stellenweise frei ist (Taf. VI, Fig. 149).

Hemsley erklärt die Blüten für nackt, also ohne Perigon, nur aus einem Fruchtknoten bestehend. Ich bin zur Auffassung gelangt, daß eine mit der Ovarialwand innig verwachsene Perianthhülle existiert. Am Längsschnitt (Taf. VII, Fig. 159) sehen wir links eine Vorwölbung am Involucrum, welche ich für eines der Perianthblätter halte, die aus Raummangel außen mit dem Involucrum verwachsen sind. An der Querschnittserie sehen wir neben zwei Blüten, die an der kürzeren Querachse mit der Infloreszenz zusammenhängen, eine dritte Blüte, deren Griffel durchquert ist (Taf. VI, Fig. 150). In dieser Höhe ist er noch ringsum frei; doch beachte man die Vorwölbungen am Involucrum, die ich für reduzierte Perianthblätter dieser dritten Blüte halte. Auf dem nächsten Bild (Taf. VI, Fig. 151) sehen wir, daß sich eines derselben mit dem Griffel bereits vereinigt hat; tiefer unten (Taf. VI, Fig. 152) wird diese Umwallung inniger und von der Gegenseite kommen zwei Blättchen entgegen; auf dem nächsten Bild (Taf. VI, Fig. 153) sehen wir auch diese Vereinigung vollzogen. In meiner Vermutung, daß wir an jeder Blüte eine Verwachsung von Ovarium und Perianth zu sehen haben, wurde ich durch den Umstand bestärkt, daß die reifen Fruchtschalen sich in zwei parallele Schichten spalten, deren innere zum Griffel gehört, also Fruchtknoten ist, während die äußere Schichte gewiß dem Perianth entspricht, wie dies bei der Frucht von *Juglans* der Fall ist (Tafel V, Fig. 129).

Die Ovarialhöhle ist wie bei *Juglans* häufig offen (Taf. II, Fig. 58, Taf. VI, Fig. 153, Taf. VII, Fig. 158).

Der Fruchtknoten ist einfächerig und zeigt keine Verwachsungsstelle der Karpiden, auch keine Dehiszenzlinie, da die Samen die Schalen nicht zersprengen. Er enthält ein Ovulum von sehr interessantem Bau.

Es ist oft schief im Ovarium gelagert, daher die Schnitte die verschiedensten Bilder liefern. Es sitzt meist zentral, manchmal ein wenig an der Wand des Fruchtknotens hinaufgerückt. An herauspräparierten Samenanlagen sehen wir (Taf. III, Fig. 69), daß ein Funiculus von wechselnder Länge das Ovulum trägt, welches sich dann halbkreisförmig dreht und seinen Nucellus samt dem inneren Integument halb in ein vom Funiculus ausgehendes Gewebe eingräbt, von dem es einseitig umhüllt wird. Dieses Gewebe, welches

Hemsley für einen Appendix des Funiculus hält, möchte ich für ein einseitig entwickeltes äußeres Integument ansprechen. Ich sah bei einer *Juglans Sieboldiana* Maxim. ein solches einseitig entwickeltes Integument (Taf. I, Fig, 31); denken wir uns das von unten aufsteigende Ovulum um 90° gedreht, so hätte der Querschnitt den Nucellus längs getroffen und ein ähnliches Bild wäre entstanden, wie es bei *Juliania* zu sehen ist. Auch bei *Juliania* sehen wir wie bei *Juglans* Gefäße nur ins innere Integument verlaufen (Taf. III, Fig. 70, 71, 72).

Die hartschaligen Einzelfrüchte werden durch den Zerfall der gemeinsamen Hülle frei.

Vergleichende Anatomie der weiblichen Blüten von Juglans und Juliania.

Fritsch betont in seiner Arbeit die anatomischen Verschiedenheiten zwischen *Juglans* und *Juliania*. Ich glaube aber zeigen zu können, daß diese gegenüber den morphologischen und anatomischen Ähnlichkeiten keine große Wichtigkeit besitzen.

Haare, Drüsen (Taf. II, Fig. 55, 56, 57, 61) und Spaltöffnungen (Taf. III, Fig. 73) sind identisch gebaut; nur Schilddrüsen fehlen der *Juliania*. Holzparenchym besitzt sowie *Juglans* auch das primäre Holz von *Juliania* (Taf. II, Fig. 59), das bei phylogenetischen Fragen von größerer Bedeutung ist als das sekundäre, in welchem nach Fritsch das Holzparenchym fast ganz fehlt; ebenso spielt das Fehlen der Spiralverdickungen im sekundären Holz keine Rolle gegenüber dem Vorhandensein desselben im primären (Taf. II, Fig. 59); *Juglans* besitzt zwar nicht treppenförmige Tüpfel an Gefäßen so wie *Juliania*, wohl aber hat deren die nah verwandte *Engelhardtia*; die unregelmäßige Anordnung der Gefäße, die oft isoliert oder zu zwei bis drei stehen, ist beiden verglichenen Gattungen gemeinschaftlich; Krystalle sind so wie in der *Juliania*-Blüte auch in jener von *Juglans*, in größter Menge bei *Carya* vorhanden; der einzige wesentliche anatomische Unterschied liegt im gänzlichen Fehlen von Harzkanälen bei *Juglans* gegenüber dem Überfluß an solchen bei *Juliania*; aber auch *Juglans* besitzt einen enormen Reichtum an Harz, das in zahlreichen Drüsen und in großen Zellen statt in Schläuchen entsteht — ist diese Differenz groß genug, zwei in jeder anderen Hinsicht ähnliche Gattungen zu trennen? Müßte man nach diesem Gesichtspunkt nicht sowohl *Juliania adstringens* Schl. als auch *Orthopterygium Huaucui* Hemsl., denen Harzkanäle im Mark fehlen, von den übrigen Julianiaceen abgliedern, die solche im Mark besitzen?

Ich halte mich aus morphologischen und anatomischen Gründen für berechtigt, *Juliania* zur Deutung der *Juglans*-Blüte heranzuziehen.

Deutung der weiblichen Blüte von Juglans.

Ich sehe in der *Juglans*-Blüte eine durch Reduktion aus der *Juliania*-Teilinfloreszenz entstandene verarmte Infloreszenz. Möglicherweise hatten die Vorfahren der *Juliania*, welche heute ihre Blüten in die verbreiterte Achse der Teilinfloreszenz hineinzwängt, in vergangenen Zeiten nicht gestauchte Blütenstände; vielleicht waren es einst cymöse Infloreszenzen, jedes Blütchen mit zwei Vorblättern versehen. Bei der Stauchung könnten sich diese zum Involucrum vereinigt haben. Bei *Juglans* ist wohl die Blütenzahl durch Reduktion innerhalb des Involucrums auf eins reduziert worden. So wird die auf andere Weise unerklärliche Vierzahl der Vorblätter von *Juglans regia* L. begreiflich, ebenso die Drei- oder Mehrzahl der Vorblätter von *Juglans Sieboldiana* Maxim., sowie die Involucrumsähnlichkeit von deren Vorblätter; die Infloreszenzbraktee von *Juliania* ist zu homologisieren mit der Braktee der *Juglans*-Blüte, die mehr oder minder auf die Achse hinaufgerückt ist.

Juglans, Teratologisches.

Selbstverständlich würde die Annahme, daß die *Juglans*-Blüte als verarmte Infloreszenz aufzufassen sei, durch das Auffinden mehrerer Blüten in gemeinsamem Involucrum wesentlich unterstützt werden.

Prüfen wir nun die verschiedenen bekannten Anomalien dieser Art. Karsten erzählt, er habe in einer Blüte von *Juglans cordiformis* Maxim. einen Fruchtknoten gesehen, der einfächerig war und zwei wohl ausgebildete Nucellen mit je einem normalen Embryosack besaß. Dies scheint mir wenig beweisend für die Infloreszenztheorie.

Besser verwendbar sind die Doppelnüsse. Kronfeld beschreibt in seiner verdienstvollen Juglansarbeit die häufig im Handel vorkommenden, einseitig abgeplatteten Nüsse, die er Kuchennüsse benennt und welche offenbar zu zweit, die Abplattungsstelle einander zugewendet, in gemeinsamer Hülle saßen. Einem solchen Typus im Jugendstadium entspricht eine von mir beobachtete Anomalie, die äußerlich den Eindruck zweier oberflächlich verwachsener Blüten machte (Taf. V, Fig. 131). Der Querschnitt (Taf. III, Fig. 74) zeigte zwei getrennte Stempel mit je einem befruchteten Ovulum in gemeinsamer grüner Hülle; die innern Blütenhüllen um die zwei Fruchtknoten waren infolge von Raummangel seitlich verwachsen, die Vorblatthülle bildete das gemeinsame Involucrum. Hiebei ist es für die Frage gleichgültig, ob letzteres wie bei einer *Juliania* die beiden Blüten lose umgab oder ob es gewohnheitsmäßig wie bei *Juglans regia* L. auch die getrennt herausragenden Teile der zwei Blüten innig umwuchs.

Hieher sind auch jene Doppelnüsse zu zählen, die „The Gardeners Chronicle" 1876, II. Bd., p. 561 mit Bezugnahme auf den „Almanach du Jardinier" 1875 beschreibt und abbildet (Taf. III, Fig. 75); hier wird von zwei Nußbäumen — deren einer dem Aussehen nach hybrid ist — berichtet, die alljährlich nur solche Doppelnüsse trugen, welche seitlich mit ihren Holzschalen ein wenig verwachsen waren. Der Almanach hält es für möglich, eine Varietät mit solchen Nüssen zu ziehen. (Kronfeld glaubt, es gäbe bereits eine solche und hält irrtümlich die in Decandolle's Prodromus *„Juglans bifera"* Nouv. Duh. genannte Varietät für eine Art mit Doppelnüssen; Duhamel, von dem diese Varietät ursprünglich als *„Nux bifera"* beschrieben ist, erklärt die Abart als „Noyer, qui donne ses fruits deux fois l'année").

Hieher gehört auch die Doppelfrucht Taf. 5, Fig. 126; die Nuß, welche der rechten Blüte entstammt, ist herausgenommen; die Trennungswand zwischen beiden, welche ordnungsgemäß von *d* nach *b* laufen sollte — diese beiden Stellen zeigen tiefe Furchen — setzt zwar in *d*, aber etwas rechts von *b*, in *e* an. In der Mitte dieser Trennungswand sollte der zweite Schalenspalt sowohl für den linken Kern, gegenüber von *a*, als auch für den rechten hier fehlenden Kern, gegenüber von *c*, verlaufen. Die beiden Schalenstücke, welche der linken Frucht zugehören, 1 und 4, beginnen in *a* und enden in der Mitte der Trennungswand *d e*, die Hauptscheidewand geht vom Schalenstück 1 zur Schale 4, ist ein wenig verschoben, sonst aber ganz normal, wie es auch der Kern ist. In der zweiten Frucht verlauft die Scheidewand unregelmäßig, auch der Kern war nicht wohl ausgebildet. Wir können auch hier von gemeinsamem Involucrum sprechen und eine Rückschlagserscheinung zum Julianiatypus annehmen.

Männliche Blüten.

a) Juglans.

Die männlichen Blüten von *Juglans* stehen in dichten, hängenden Kätzchen. Jede Blüte zeigt eine schwach dreilappige Braktee, die mit der Achse in Rekauleszenz hoch hinauf verwachsen ist, und eine außen haarige, meist sechsblättrige Blütenhülle, die aber auch ein oder zwei Blätter reduzieren kann; sie hat bei *Juglans regia* L. (Taf. V, Fig. 132) und *Sieboldiania* Maxim. eine längliche (Taf. III, Fig. 76), bei *Juglans nigra* L. eine fast kreisförmige Gestalt (Taf. V, Fig. 133). In der Seiten- und Rückenlage der Blüte sehen wir bei *Juglans Sieboldiana* Maxim. wenig deutlich, daß drei Blätter tiefer inseriert sind, also vielleicht zwei Wirtel vorhanden sind; bei *Juglans regia* L. und *nigra* L. stehen sie in einem sechsblättrigen Wirtel. Das Diagramm macht die Stellungsverhältnisse klar (Textfig. p. 16 [316]). Die Zahl der Antheren, die stets vor den Perianthblättern stehen, schwankt; bei *Juglans Sieboldiana* Maxim. (Fig. 76 und 77) habe ich am häufigsten deren 13 gesehen, die — in zwei Kreisen angeordnet — eine der Trimerie der männlichen Blüte entsprechende Stellung einnahmen: vor den vier breiteren Perigonblättern war eine Verdoppelung der Staubblätter eingetreten, was dem Bedürfnis des Windblütlers nach großer Pollenmenge

entspricht. Bei *Juglans regia* L. sind häufig 15 Antheren in zwei Kreisen zu sehen, indem vor jedem Perianthblatt zwei Staubblätter, also zwölf im äußeren Wirtel stehen, während drei im inneren angeordnet sind (Textfig. p. 16 [316]). Das kurze Filament entwickelt stets ein über die Pollensäcke hinausragendes Konnektiv und ist häufig selbst blattartig verbreitert mit deutlichen Zähnen am Rand (Fig. 79).

b) Juliania.

Die Blüten bilden mehrfach zusammengesetzte, lockere Kätzchen mit langen dünnen Stielen. Die Teilinfloreszenzen besitzen ein Tragblatt, den Einzelblüten fehlt ein solches. Letztere haben 3 bis 5 *mm* Durchmesser, sind gelblich-grün, außen haarig und von einem vier- bis neunteiligen, schmalblättrigen, regelmäßigen Perianth umgeben (Fig. 80). Hemsley findet die Stamina in der Zahl mit den Perianthblättern übereinstimmend und mit diesen abwechselnd inseriert; nach meinen Beobachtungen sind sie, wenn die Zahlenverhältnisse übereinstimmen, vor den Perianthblättern eingefügt wie bei *Juglans*; häufig aber sind sie in größerer Anzahl vorhanden.

Eichler bezeichnet bei *Juglans* zwei der Blütenhüllblätter als Vorblätter, eine Deutung, die allgemein akzeptiert wurde, auch von Nicoloff. Diese Auffassung erschien mir als anfechtbar durch den Umstand, daß die Stamina vor sämtlichen Blütenhüllblättern auf gleiche Weise inseriert waren; mir schienen letztere bei *Juglans* sowie bei *Juliania* in morphologischer Hinsicht gleichwertig. Volle Sicherheit brachte mir aber erst die Untersuchung der sehr ähnlichen *Pterocarya*-Blüten und ihrer Übergangsformen von den weiblichen zu Zwitterblüten sowie von diesen zu normalen männlichen Blüten, die ich an androgynen Kätzchen beobachten konnte.

Pterocarya fraxinifolia Kunth.

a) Weibliche Blüten.

Ein sehr schönes Exemplar von *Pterocarya fraxinifolia* Kunth im Botanischen Garten lieferte mir reichliches Material, sowohl rein männliche und rein weibliche als auch sehr interessante androgyne Kätzchen.

Die langen, hängenden, weiblichen Kätzchen tragen zahlreiche Blüten mit auffallend rot gefärbten Narben. Jede der schwach zygomorphen Blüten (Taf. V, Fig. 135) besitzt eine der Achse opponierte Braktee, zwei seitlich stehende, mit dem Perigon nicht verwachsene Vorblätter und ein vierteiliges Perianth mit ungleich langen Zipfeln, das höher als bis zur Hälfte hinauf mit dem Fruchtknoten verwachsen ist. Querschnitte zeigen (Taf. III, Fig. 93, 94, 95, 96, 97), daß die Perianthzipfeln mit den Rändern voneinander und vom Ovarium schon in einer Höhe getrennt sind, da sie median noch mit letzterem zusammenhängen. Von den zwei median stehenden Griffeln ist jener, welcher der Rhachis abgewendet ist, der längere. Der Ovarialraum ist meist geschlossen; die Zahl der Karpiden dürfte wohl der Griffelzahl entsprechen. Auch hier sieht man im Fruchtknoten keinerlei Verwachsungsstelle der Karpiden. Eine Dehiszenzlinie ist angedeutet, doch sprengt der Samen die Schale nicht. Das Ovulum liefert in Längs- und Querschnitten (Taf. III, Fig. 90, 91) dieselben Bilder wie *Juglans*, da es ein ebensolches inneres und äußeres Integument besitzt, welch letzteres durch eine transversal zur Abstammungsachse verlaufende Scheidewand halbiert wird (Taf. III, Fig. 97). Die Narben sitzen wie bei *Juglans* carinal, d. h. in der Mitte der Karpiden, aber vermöge der medianen Stellung der letzteren ebenfalls median, während sie bei *Juglans* quer stehen.

b) Übergangsformen, zwittrige und männliche Blüten.

Sehr häufig findet man Kätzchen, welche den Übergang von weiblichen zu zwittrigen und von diesen zu männlichen Blüten zeigen. Wir wollen ein solches untersuchen, und zwar von der Basis der Infloreszenz ausgehend, die Stempelblüten trug.

Oberhalb der normalen weiblichen Blüten konnte an denselben eine allmähliche tiefere Spaltung des Perigons und gleichzeitige Loslösung desselben vom Fruchtknoten beobachtet werden (Taf. V, Fig. 136, 137). Die Vorblätter verkleinerten sich und vereinigten sich seitlich mit der Braktee, um schließlich als zwei seitliche Zipfel derselben zu erscheinen (Fig. 140, 141). Sowie der Fruchtknoten vom Perianth frei geworden, entstand die erste Zwitterblüte (Fig. 138, 142); abwechselnd mit den Perigonblättern traten vier Antheren auf, die ein lang geschwänztes Konnektiv besaßen (Fig. 139). Nun begann eine Vermehrung der Staubblätter: zuerst wurde eines der vier Perigonblätter durch ein Staubblatt ersetzt, so daß drei Perianthteile und fünf Antheren vorhanden waren. Als wenn dies ein fälschlich eingeschlagener Weg zur Vermehrung der Staubblätter gewesen wäre, sehen wir in den nächsthöheren Blüten wieder vier Perianthblätter, aber einen zweiten Staminalkreis abwechselnd zum früheren inseriert (Fig. 143). Nun wird die Blüte allmählich aus einer Zwitterblüte zu einer männlichen; der Stempel in der Mitte beginnt zu verkümmern und alle denkbaren Übergangs-, Durchwachsungs- und Verwachsungsstadien mit einem Staminum zu zeigen (Fig. 145, 146, 147), bis er schließlich durch ein normales, aber sonderbarerweise zentralständiges Staubblatt vertreten ist.

Bisher war immer noch die Zahl der Perigonblätter wie bei der weiblichen Blüte vier geblieben, aber die mit der Braktee verwachsenen Vorblätter waren stetig reduziert worden (Fig. 143), schließlich nur mehr als eine leichte Schwellung zu beiden Seiten des Tragblattes (Fig. 147) und endlich überhaupt nicht mehr zu erkennen (Fig. 148).

Jetzt verliert die Blüte ihre Regelmäßigkeit (Fig. 148), die Achse verlängert sich, indem sie die Braktee emporhebt, es entstehen noch zwei Perianthblätter durch Umwandlung von zwei Antheren, die Stamina im Innern vermehren sich — und die normale zygomorphe, männliche Blüte der *Pterocarya* ist ausgebildet (Taf. III, Fig. 92); sie ist der von *Juglans Sieboldiana* sehr ähnlich, kann wie diese auch die Perianthblattzahl reduzieren (Textfig. p. 16 [316]).

Deutung der männlichen Blüte von Juglans, Juliania und Pterocarya.

Bei der Umwandlung der *Pterocarya*-Stempelblüte in die Staubblüte beobachteten wir die allmähliche Reduktion der Vorblätter bis zu ihrem gänzlichen Verschwinden; der männlichen *Pterocarya*-Blüte fehlen also die Vorblätter. Ich bin der Auffassung, daß auch die analog gebauten männlichen Blüten von *Juglans* und *Juliania* keine Vorblätter besitzen und ihre Blütenhüllblätter sämtlich als Perianthblätter bezeichnet werden müssen. Die *Juliania*-Blüte, welche in einem zusammengesetzten Blütenstand sitzt, hat nur an den Teilinfloreszenzen Tragblätter; sowie wir die weibliche *Juglans*-Blüte als eine verarmte *Juliania*-Teilinfloreszenz auffaßten, so können wir uns denken, daß auch die männlichen Blüten von *Juglans* und *Pterocarya* auf dem Wege der Ableitung von julianiaähnlichen Vorfahren den Blütenstand vereinfachten, so daß wir die Braktee der Teilinfloreszenz von *Juliania* mit dem Tragblatt der Einzelblüte von *Juglans* und *Pterocarya* homologisieren können, wie wir es auch bei den weiblichen Blüten getan haben.

Engelhardtia spicata Blume.

Leider stand mir nur spärliches Herbarmaterial in schon vorgeschrittenem Stadium zur Verfügung, das dem Schneideverfahren bedeutenden Widerstand entgegensetzte.

Die Blüten beiderlei Geschlechts stehen in langen, hängenden Kätzchen.

Die weibliche Blüte besitzt eine doppelte Blütenhülle; die äußere besteht aus einer sehr langen, der Achse opponierten Braktee, die mit zwei größeren und einem kurzen mehrzipfligen Vorblatt zu einem lockeren Involucrum vereinigt ist (Taf. IV, Fig. 113). Das Perianth ist nicht nur mit dem Fruchtknoten sondern auch mit dem langen Griffel bis zu dessen Hälfte verwachsen (Fig. 112) und spaltet sich dann in vier Zipfel. Der Griffel teilt sich in zwei transversal zur Achse stehende Äste, welche je zwei Narben tragen. Die Ovarialhöhle ist offen und besitzt am Grunde eine median gestellte Scheidewand, so daß sich die

Fruchtblätter als transversal gestellt erweisen (Taf. III, Fig. 89, 105). Die Narben sitzen carinal, daher entsprechend der Karpidenstellung quer zur Achse. Inmitten der Scheidewand sitzt das orthotrope Ovulum mit zwei Integumenten, von denen das äußere in mehreren getrennten Lappen emporwächst, welche an ihrer Außenseite und ihrem oberen Ende mit der Fruchtknotenwand verwachsen (Taf. III, Fig. 88). Letztere selbst zeigt keine Verwachsungsstellen der Karpiden.

Die männliche Blüte besitzt eine mit zwei Vorblättern verwachsene kurze Braktee (Taf. IV, Fig. 111), die sich manchmal analog jener der Fruchtblüten sehr verlängert (Taf. IV, Fig. 110). Die Perianthblätter sind auf drei reduziert, eines sitzt median, je eines lateral (Tafel III, Fig. 104); meist konnte ich fünf Antheren beobachten, von denen eine vor dem mittleren, je zwei vor den seitlichen Perianthblättern saßen.

Bei Zwitterblüten, die ich sah, hatte sich der Fruchtknoten vom Perianth losgelöst unter gleichzeitiger Trennung der vier Perigonblätter, so daß sich die Antheren zwischen das Pistill und die Blütenhüllblätter — und zwar vor dieselben — einschieben konnten. Der Pollen schien normal.

Carya alba Nutt.

Während *Engelhardtia* in den Blüten beiderlei Geschlechts sowohl Perianth wie Vorblätter besitzt, zeigt *Juglans, Juliania* und *Pterocarya* eine Reduktion zuerst in der männlichen Blütenhülle, die nur einen Kreis aufweist, indem sie vorblattlos geworden ist.

Bei *Carya* sehen wir diese Vereinfachung auch auf die weibliche Blüte sich erstrecken. Sie steht in einer verarmten, aufrechten Infloreszenz von juglansähnlichem Charakter, ist außen stark behaart und mit eigenartigen Drüsen bedeckt. Diese sind eine interessante Kombination von Schilddrüsen mit Büschelhaaren (Taf. II, Fig. 60), welche an der unteren der beiden Stielzellen im Kreise inseriert sind. Die Sekretbildung findet unterhalb der Kutikula statt, bewirkt deren kugelige Auftreibung und ihr Einsinken nach der Entleerung des Sekrets.

Die unscheinbare, einfache, grünliche Hülle (Taf. IV, Fig. 114, 115) ist in vier ungleiche Zipfel gespalten, deren größter der Achse opponiert, tiefer inseriert ist als die anderen und als Braktee bezeichnet werden kann. Querschnitte zeigen (Taf. III, Fig. 101, 102), daß die drei Blütenhüllblätter einem einzigen Kreise angehören; vermutlich ist das vierte Blatt, welches oberhalb der Braktee sitzen sollte, ausgefallen. Da wir bisher beim Wegfallen eines Hüllkreises gesehen haben, daß es die Vorblätter waren, welche verschwanden, sehe ich keinen Grund, bei *Carya* etwas anderes anzunehmen.

Die zweiteilige Narbe ist mächtig entwickelt und median gestellt. Das Ovulum ist orthotrop (Taf. III, Fig. 100), sitzt aufrecht inmitten einer median verlaufenden Scheidewand und hat wie die schon besprochenen Arten auch ein äußeres Integument, das erst nach der Befruchtung in mehreren Lappen heranwächst; diese sind mit der inneren Ovarialwand seitlich und — nach Karsten's Angabe — auch oben verwachsen; letzteres konnte ich nicht beobachten. Die Querschnitte ergeben mit jenen von *Engelhardtia* große Ähnlichkeit. Die Scheidewand sitzt wie bei allen Juglandaceen zwischen den Karpiden an ihren Vereinigungsstellen. Da die Narben ebenfalls median situiert sind, muß man sie als kommissural (Taf. III, Fig. 108) bezeichnen. Die Fruchtknotenwand zeigt in der Jugend keine Dehiszenzlinie, doch sprengt der Keimling die Schale.

Die männlichen Blüten bilden lockere, hängende Kätzchen; jede Blüte (Taf. IV, Fig. 116) weist eine Braktee und zwei seitliche Blütenhüllblätter auf, vor denen je ein Staubblatt inseriert ist, während ein drittes und viertes Staminum ohne jede Hülle an der Achse steht; manchmal sind die Antheren auch zu je zwei vor den Blütenhüllblättern eingefügt, ein fünftes kann der Braktee opponiert stehen. Auch hier liegt kein Grund vor, die zwei Blätter anders zu deuten als in der weiblichen Blüte; ich sehe in ihnen Perianthblätter. Wir erklären also die Vorblätter bei *Carya* in beiden Geschlechtern für abortiert, das Perianth der weiblichen Blüte auf drei, das der männlichen auf zwei Blätter reduziert (Textfig. p. 16 [316]).

Die stärkste Vereinfachung zeigen die Blüten von

Platycarya strobilacea Sieb. et Zucc.

Hier sehen wir die männlichen Blüten in hängenden, die weiblichen in aufrechten Kätzchen.

Erstere reduzieren die zwei Perianthblätter der *Carya*-Blüten auf zwei seitliche Anhängsel der Braktee (Taf. III, Fig. 81, Taf. V, Fig. 125) und besitzen meist sechs Antheren, von denen ein Paar median, je eine vor den zwei Perianthzipfeln und je eine seitlich an der verbreiterten Achse steht (Textfig. p. 16).

Die weiblichen Blüten (Taf. IV, Fig. 117, 118) sitzen in den Achseln von Brakteen und haben einen anscheinend flachgedrückten Fruchtknoten mit meist zwei transversalstehenden Narben und zwei seitlichen, flügelartigen Anhängseln, die später zu Flugorganen der Frucht werden, welch letztere vom Samen nicht gesprengt wird. (Siebold berichtet in seiner »Flora japonica« von zwei, drei oder vier Narben.)

Die Längs- und Querschnitte durch den Fruchtknoten (Taf. III, Fig. 82, 83, 84, 85) zeigen die Verhältnisse von Ovulum und Integument wie bei *Carya*; doch trat deutlich eine Dreiecksform des Ovariums zutage; bei zweinarbigen Gynoecien konnte ich eine Scheidewand am Grunde des Fruchtknotens finden; sie stand median zur Abstammungsachse, so daß die transversal stehenden Narben als carinal zu bezeichnen sind.

Der dreieckige Fruchtknoten ließ auf eine versteckte Trimerie schließen, die ich tatsächlich an zwittrigen Blüten und Übergangsformen zu solchen nachweisen konnte, welche sich in den sehr häufigen androgynen Kätzchen vorfanden. Ich untersuchte Blüte für Blüte in solchen Kätzchen von unten, woselbst die normalen weiblichen Blüten saßen, nach oben vorschreitend.

Zuerst trat auf dem Ovarium an jener Seite, die der Rhachis zugewendet war, median ein Hautsaum auf (Taf. IV, Fig. 119) bei gleichzeitiger basaler Loslösung der seitlichen Lappen. Dann gab es Blüten mit drei Narben (Taf. IV, Fig. 120, 121) mit zunehmendem Freiwerden der zwei seitlichen und des medianen Anhangs; diese Anhänge wurden blattartig, wobei auf ihrer Innenseite Pollensäcke auftraten (Taf. IV, Fig. 121). Oberhalb dieser Blüten gab es wieder solche mit zwei Narben (Taf. IV, Fig. 122); es trat ein zweiter dreigliedriger Wirtel von Blättern auf, die innen Pollensäcke trugen (Taf. IV, Fig. 123; diese Pollensäcke fand ich zu viert in zwei Reihen übereinander angeordnet!); schließlich gab es sogar Blüten (Taf. IV, Fig. 124) mit einem dritten dreigliedrigen Wirtel von normalen Staubgefäßen.

Ich glaube daher von einer versteckten Trimerie der *Platycarya*-Blüte reden zu dürfen. Von den drei Blütenhüllblättern ist das mediane unterdrückt, wohl aber noch durch ein Gefäßbündel vertreten, die zwei lateralen Blätter sind mit dem Fruchtknoten verwachsen. Der Umstand, daß Übergänge derselben zu Antheren beobachtet werden, spricht dafür, daß wir es mit Perigonblättern und nicht mit Vorblättern zu tun haben.

Nachtrag.

Erst nach Vollendung der Korrektur erschien die deutsche Übersetzung der Arbeit von Nawaschin und Finn »Zur Entwicklungsgeschichte der Chalazogamen *Juglans regia* und *Juglans nigra*«, von der ich vorher nur die Zusammenfassung gesehen hatte, die in deutscher Sprache der russischen Veröffentlichung angehängt ist. In dieser prachtvollen Untersuchung nehmen die Autoren Stellung gegen Karsten's Deutung der »flügelartigen Wucherung« in der *Juglans*-Samenanlage als ein äußeres Integument — eine Auffassung, die ich in dieser Arbeit vertreten habe. Nawaschin erinnert daran, daß auch Betula infolge einer starken Wucherung in den inneren Zellschichten der Fruchtknotenwand ein solches »Füllgewebe« ausbildet, welches ebenfalls der Leitung des Pollenschlauches dient.

Hierauf möchte ich entgegnen, daß diese beiden Gewebe doch verschiedenen Ursprungs sind: Bei der Birke entsteht es in der Fruchtknotenwand, bei den Juglandaceen unterhalb des inneren Integuments; dürfen wir aus funktionellen Gründen bei so verschiedenem Entstehungsmodus eine morphologische Gleichwertigkeit annehmen? Ich glaube nicht.

Zusammenfassung.

Wenn wir die Resultate der vorliegenden Untersuchung überblicken, muß es uns klar werden, daß wir innerhalb der ganzen Reihe der Juglandales eine Tendenz zur fortschreitenden Vereinfachung der Blüten sowohl in der Anordnung als auch in ihrer Ausbildung beobachten können. (Man vrgleiche die Diagramme p. 16 [316].)

Vermutlich besaßen die gemeinsamen Vorfahren der Juglandaceen und Julianiaceen in beiden Geschlechtern reich zusammengesetzte Infloreszenzen, weibliche Blüten etwa vom Urtypus der *Pterocarya*-Blüte mit vierteiligem Perianth und zwei Vorblättern, aber es fehlte wohl die Blütenbraktee, wie es auch heute noch im männlichen Geschlecht bei *Juliania* der Fall ist; die Brakteen der Teilinfloreszenzen waren sicher vorhanden.

Die Vereinfachung begann im weiblichen Geschlecht und schlug möglicherweise zwei Wege ein.

Einerseits wurden bloß die Teilinfloreszenzen durch Einzelblüten ersetzt, die nun in der Achsel der Infloreszenzbraktee saßen und auf solche Weise zu einem Blütentragblatt kamen. So kann *Pterocarya* entstanden sein. Eine weitere Reduktion sehe ich in der innigen Verwachsung der Braktee mit der Vorblatthülle, wie sie *Engelhardtia* zeigt.

Der zweite Weg der Vereinfachung der weiblichen Blüten führte wohl zur Stauchung der Teilinfloreszenzen, so daß drei bis sechs Blüten in eine verbreiterte gemeinsame Achse zum Teil versenkt wurden, wobei sämtliche Vorblätter zu einem mehrzipfligen Involucrum verwuchsen; die Perianthblätter mußten aus Raummangel innig einerseits mit dem Pistill, außen mit der Vorblatthülle verschmelzen, so daß über Stellungs- und Zahlenverhältnisse mit Sicherheit nichts ausgesagt werden kann; die Infloreszenzbraktee blieb erhalten. Wir sind zur *Juliania*-Blüte gelangt.

Die weitere Vereinfachung betrifft die Zahl der im Involucrum der Teilinfloreszenz eingeschlossenen Blüten; indem diese normalerweise auf eins herabsinkt, gewinnen die Perianthblätter wieder Platz und die Möglichkeit, sich frei zu machen; wir sehen die vier Perigonteile des Urtypus zurückkehren und nur die Vielzipfligkeit der äußeren Hülle, ihr gelegentlich loser Zusammenhang mit der Blüte, das teratologische Auftreten von zwei Blüten im Involucrum erinnern an *Juliania*; so kann die *Juglans*-Blüte abgeleitet gedacht werden; die Infloreszenzbraktee ist auf die Achse durch Rekauleszenz hinaufgerückt.

Die weiter fortschreitende Vereinfachung macht nun die gemeinsame Vorblatthülle unnötig, da die Einzahl der Blüte in der Teilinfloreszenz fixiert ist; so sehen wir bei *Carya* die — wie bei *Juglans* — hoch auf die Achse gerückte Braktee mit den Perigonblättern die einzige Blütenhülle bilden; jener Perianthzipfel, welcher unmittelbar über dem Tragblatt saß, ist ausgefallen, so daß wir nur drei Perigonteile zählen.

Die hier schon sehr starke Verwachsung des Perianths mit dem Pistill steigert sich noch bei *Platycarya*; die Braktee hat sich von der Blüte frei gemacht und erweckt völlig den Eindruck eines Blütentragblattes. Die Blüte besitzt eine versteckte Trimerie; in der Regel sind nur zwei Perigonblätter entwickelt, die lateral stehen und so innig mit dem Pistill verwachsen sind, daß sie nur mehr wie seitliche Flügel desselben erscheinen.

Das Gynoeceum ist stets unterständig, innig mit den äußeren Hüllkreisen zu einem homogenen, axil scheinenden Gebilde verwachsen, das keinerlei Rückschlüsse auf eine Zusammensetzung aus Karpiden gestattet. Bei *Juglans* konnte die Anlage von zwei Karpiden beobachtet werden; es scheinen auch meistens — wenn die Narbenzahl Schlüsse gestattet — zwei Karpiden bei den anderen Gattungen vorhanden; die

Dreiecksform des Fruchtknotenquerschnittes von *Platycarya* und Griffelquerschnittes von *Juliania* läßt drei Karpiden vermuten. Die Ovarialhöhle ist bei allen Gattungen in manchen Fällen oben offen, in anderen geschlossen.

Der Fruchtknoten ist einfächerig und legt (mit Ausnahme des trimeren Pistills von *Juliania*) sehr früh eine Scheidewand an, die zwischen den Karpidenrändern zwei gegenüberliegende Zäpfchen verbindet, welche vielleicht ein reduziertes zweites Karpidenpaar vorstellen. Diese Scheidewand zieht nur bei *Pterocarya* quer zur Abstammungsachse, so daß deren Karpiden median, hingegen bei allen übrigen Gattungen transversal zur Achse liegen.

Meist sind zwei Griffel vorhanden, bei *Juliania* und oft bei *Platycarya* drei, was die Wahrscheinlichkeit für deren Trimerie erhöht. Der Griffel ist bei *Juliania* und in der Reihe *Pterocarya-Engelhardtia* wohl entwickelt, teilt sich in drei, respektive zwei Äste, die bei *Juliania* und *Engelhardtia* abermals spalten. In der zweiten Verwandtschaftsgruppe, *Juglans-Carya-Platycarya*, ist der Griffel sehr kurz und nur ursprüngliche *Juglans*-Arten (*Juglans Sieboldiana* Maxim.) besitzen fast immer eine doppelte Dichotomie desselben.

Die Narben sitzen bald median, bald transversal zur Achse, doch stimmt ihre Lage nicht immer mit jener der Karpiden überein, so daß drei Typen entstehen:

I. mit carinalen Narben (Narbe in der Mitte des Karpids),

a) sowohl Karpiden als Narben median: *Pterocarya* (Eichler zählt fälschlich auch *Juglans* hierher),

b) sowohl Karpiden als Narben transversal: *Juglans, Platycarya, Engelhardtia* (für letztere hat Eichler irrtümlicherweise einen besonderen Typus angenommen);

II. Narben kommissural (Narbe an den Vereinigungsstellen von je zwei Karpiden).

c) Karpiden transversal, Narben median: *Carya.*

Zentral zum Fruchtknoten sitzt das einzige, orthotrope Ovulum, das bei *Juliania* statt von einer emporwachsenden Scheidewand — wie bei den anderen *Juglandales* — von einem Funikulus emporgehoben und umgewendet wird; außer dem inneren Integument besitzt jedes Ovulum auch ein äußeres, das bei *Juliania* nur einseitig entwickelt ist, bei *Juglans* und *Pterocarya* in zwei Blättern, bei *Platycarya, Carya* und *Engelhardtia* in mehreren Lappen hinaufwächst, indem es bei den zwei letztgenannten Ordnungen mit der Innenwand des Ovariums seitlich und oben verwächst. Bei *Juglans* findet Chalazogamie statt — bei *Juliania* wird sie vermutet; der Pollenschlauch wächst durch das äußere Integument, das auch die Funktion hat, den Fruchtknoten für die Kotyledonen vorzuweiten.

Der Teil des Fruchtknotens, welcher innerhalb des Gefäßbündelkreises liegt, verholzt; bei *Juglans* und *Carya* werden die Schalenhälften durch den Keimling gesprengt; *Juglans* bildet zu diesem Zweck schon früh eine Dehiszenzlinie in der Mitte der Karpiden aus; bei *Pterocarya* ist eine solche angedeutet. Der außerhalb der Fruchtknotenbündel liegende Teil der Fruchthülle bleibt bei *Juliania, Juglans* und *Carya* fleischig.

Den Urtypus der männlichen Blüte können wir uns ähnlich wie den der heutigen *Juliania*-Blüte denken, in reich zusammengesetzten Infloreszenzen, jede Blüte mit vier- bis neunteiligem regelmäßigem Perianth und wechselnder Zahl der Antheren, die — wenn sie in der Zahl mit den Perigonteilen übereinstimmen — vor den Blütenzipfeln stehen. Vermutlich waren ursprünglich Vorblätter vorhanden, es fehlte voraussichtlich die Blütenbraktee, doch war auch hier ein Tragblatt der Teilinfloreszenz vorhanden.

Die Vorblätter sind wohl rasch verschwunden; sie fehlen den heutigen Julianiaceen, die sich nur durch diesen Umstand von dem angenommenen Urtypus unterscheiden; wir sehen bei Übergangsformen der *Pterocarya* ihr allmähliches Verschwinden und können in der ganzen Reihe nur bei *Engelhardtia* mit einiger Sicherheit annehmen, daß sie auch heute noch vorhanden sind, wenn auch mit der Braktee innig verwachsen.

Die Vereinfachung der männlichen Blüte beginnt mit dem Verschwinden der Teilinfloreszenz, so daß jede Blüte wieder in der Achsel der Braktee der Teilinfloreszenz sitzt. Mit der Verminderung der Zahl der Einzelblüten tritt anfangs eine Vermehrung der Stamina auf, deren Zahl bei *Juglans* und *Pterocarya* bis über

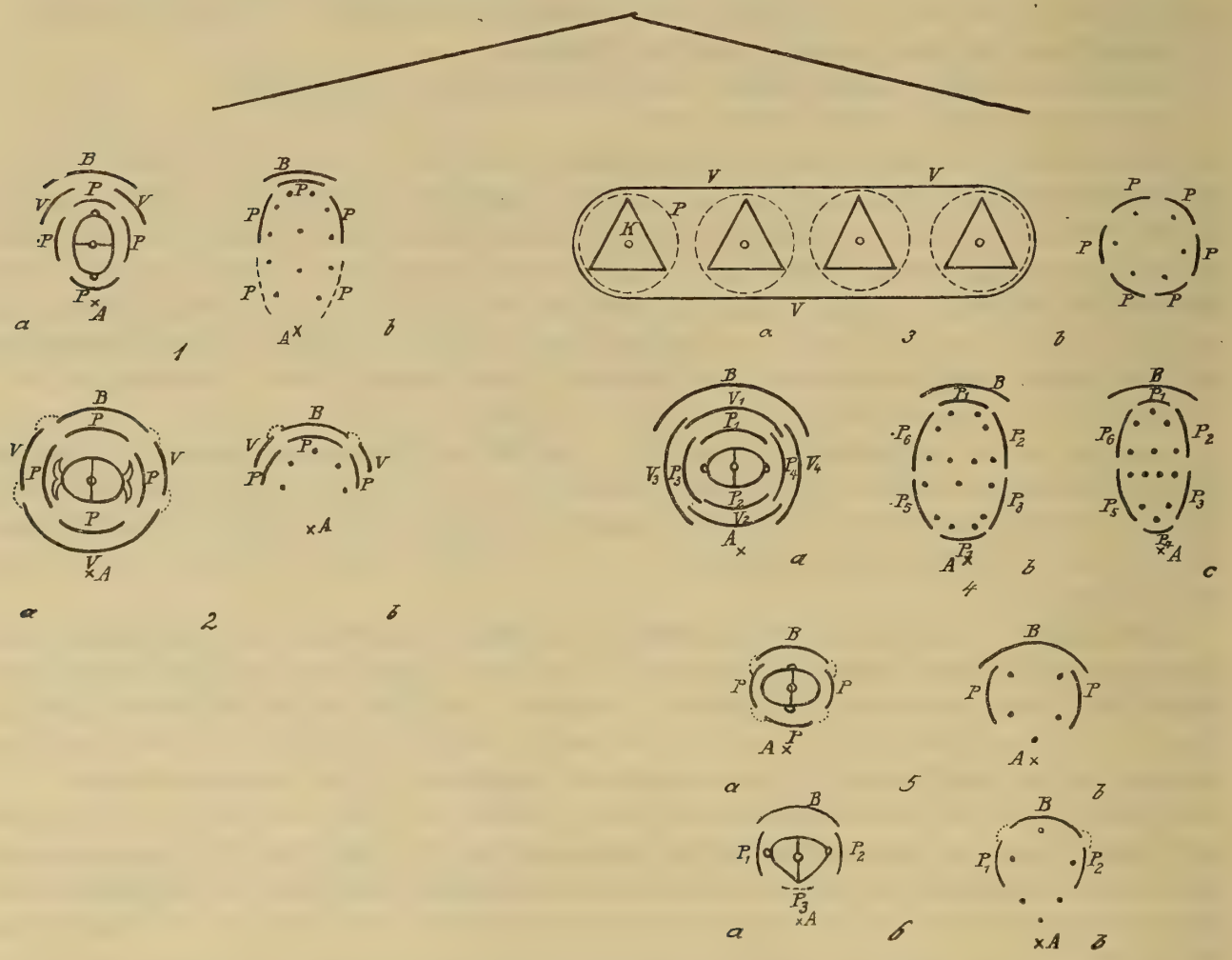
30 angegeben wird; sowie im weiblichen Geschlecht geht auch bei den männlichen Blüten nun einerseits in der Reihe *Pterocarya-Engelhardtia,* andrerseits in der Reihe *Juglans-Carya-Platycarya* eine stetige Vereinfachung in der Einzelblüte vor sich; die Blüte streckt sich, wird stark zygomorph, die ursprüngliche Sechszahl der Perigonblätter von *Juglans* und *Pterocarya* wird allmählich bis auf drei bei *Engelhardtia,* zwei bei *Carya,* auf zwei Anhängsel der Braktee bei *Platycarya* vermindert, ebenso sinkt die Antherenzahl bei *Engelhardtia* auf fünf, bei *Carya* sogar auf vier!

Die viel umstrittenen Verwandtschaftsverhältnisse der *Juglandales* scheinen mir durch obige Untersuchungen etwas klarer; zweifellos sind wohl die innigen Beziehungen der Julianiaceen zu den Juglandaceen geworden.

Die Julianiaceen weisen stets Zweihäusigkeit auf, ebenso gewisse Engelhardtiaarten, während alle anderen Gattungen einhäusig sind. Diöcie scheint mir in dieser Reihe das Primäre, Monöcie trat wohl später auf. Häufig beobachten wir Übergänge zur Zwittrigkeit — vielleicht sind wir heute Zeugen der Umwandlung in diesen Zustand, welcher sich möglicherweise fixieren wird. So ist wohl die Abstammung der Juglandales von Monochlamydeen etwa vom Typus der Fagales wahrscheinlich, und wenn wir auch verwandtschaftliche Beziehungen zu den Terebinthales konstatieren können, so überwiegen dennoch die Anzeichen dafür, daß die Juglandales ursprünglicher sind als jene.

Zum Schlusse möge eine diagrammatische Übersicht die Blütenverhältnisse darstellen.

Hypothetischer Urtypus der Juglandales.



Diagrammatische Darstellung der mutmaßlichen Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Reihe der Juglandales. In allen Figuren bedeutet: *A* = Abstammungsachse, *B* = Braktee, *P* = Perianth, *V* = Vorblatt, *a* = weibliche, *b* = männliche Blüte.

Fig. 1: *Pterocarya fraxinifolia* Kunth, Fig. 2: *Engelhardtia spicata* Blume, Fig. 3: *Juliania adstringens* Hemsl., Fig. 4: *Juglans:* *a* und *b* = *J. regia* L., *c* = *J. Sieboldiana* Maxim., Fig. 5: *Carya alba* Nutt., Fig. 6: *Platycarya strobilacea* Sieb. et Zucc.

Literatur.

M. Benson und E. J. Welsford. The Morphology of the Ovule etc. Annals of Bot., XXIII, 1909.

O. C. Berg und C. F. Schmidt. Officinelle Gewächse. I., Leipzig, 1863.

C. L. Blume. Flora Javae. Brüssel, 1828.

D. Brandis. Indian Trees. London, 1906.

A. Braun. Über den inneren Bau der Frucht der Jugl. Sitzungsber. d. Gesellsch. Naturf. Freunde, Berlin, 19. XII. 1871 (Referat in der Bot. Zeitung, 1872).

Alph. de Candolle. Prodromus. 1874.

Casimir de Candolle. Mémoire sur la famille des Jugland. Ann. des sc. nat., 4. serie, t. XVIII, cah. 1.

— Anatomie comparée des feuilles chez quelques fam. de Dicotyl. Soc. de phys. et d'hist. nat., Genf, Bd. XXVI, 1879.

M. Duhamel. Traité des arbres et arbustes etc. Paris, 1755.

A. Eichler. Blütendiagramme. II., Leipzig, 1878.

A. Engler in Engler u. Prantl. Die Natürl. Pflanzenfamilien. Leipzig, 1894, III., 1.

— Nachträge III.

F. E. Fritsch. The Anatomy of the *Julianiaceae*. Transact. Linn. Soc., London, 2. serie Bot., Vol. VII., part. 8, 1908.

Graebener. Die in Deutschland winterharten Jugl. Mitt. d. Deutschen Dendrol. Ges., XX., 1912.

J. Grimm. Entwicklungsgesch. Untersuchungen an Rhus u. Coriaria. Flora, Neue Folge, IV. Bd., Heft 4, 1912.

G. Haberlandt. Physiolog. Pflanzenanatomie. Leipzig, 1904.

H. Hallier. Über Juliania, eine Terebinthaceengattung. Beihefte d. Bot. Zentralbl., XXIII., 2. Abt., 1908.

— L'Origine et le système phylétique des Angiospermes. Archive Néerlandaise des sc. exactes et nat., Série III. B., t. I, 1912.

G. Hempel u. K. Wilhelm. Bäume und Sträucher des Waldes. Wien, 1889.

W. B. Hemsley. Diagn. Spec. Gen. *Juliania*. Annals of Bot., XVII., 1903.

— On the *Juiianiaceae,* Trans. Roy. Soc. Series B., Vol. 199, 1908.

G. Karsten. Über die Entwicklung der Blüten bei einigen Jugl. Flora, XC., 1902.

E. M. Kershaw. Note on the Relationship of the Jul. Annals of Bot., XXIII., 1909.

K. Koch. Dendrologie. Erlangen, 1869.

M. Kronfeld. Beiträge zur Kenntnis der Walnuß. Leipzig, 1887.

J. P. Lotsy. Vorträge über bot. Stammesgeschichte. III., 1., Jena, 1911.

M. T. Masters. Pflanzenteratologie. Leipzig, 1886.

S. Nawaschin. Über die selbständige Bewegung der Spermakerne. Öst. Bot. Zeitg., 1909.

S. Nawaschin. Ein neues Beispiel der Chalazogamie. Bot. Zentralbl. 62, Nr. 12, 1895.

— Über die Befruchtung bei Jugl. Trav. de la soc. imp. des naturalistes de St. Petersbourg, XXVIII., 1.

— Resultate einer Revision der Befruchtungsvorgänge bei *Lilium Martagon* u. *Fritillaria tenella*. Bull. de l'Acad. imp. des sc. de St. Petersbourg, 1898, IX., 4.

S. Nawaschin u. O. Finn. Zur Entwicklungsgesch. d. Chalazogamen *Jugl. nigra* und *Jugl. regia*. Mém. de la soc. des nat. de Kiew, t. XXVII, 1912.

Th. Nicoloff. Sur le type floral et le dévelopement d. fruits des Jugl. Journal de Bot. XVIII. u. XIX., 1904 u. 5.

O. Penzig. Pflanzenteratologie. Genua, 1904.

O. Porsch. Der Spaltöffnungsapparat im Lichte der Phylogenie. Jena, 1905.

C. K. Schneider. Illustriertes Handbuch der Laubholzkunde. Jena, 1905.

Ph. Siebold. Flora Japonica. Lugd. Bat., Bd. II, 1844.

H. Solereder. Systemat. Anatomie d. Dicotyledonen. Stuttgart, 1899, Ergänzb. 1908.

Ph. v. Tieghem. Anatomie de la fleur fem. et du fruit du Noyer. Bull. de la soc. bot. de France, Paris, 1869.

W. Trelease. Jugland. of the United States. Rep. Missoury Bot. Garden, May 26., 1896.

R. v. Wettstein. Handbuch d. Systemat. Botanik. 2. Aufl., Leipzig u. Wien, 1911.

Zeichenerklärung.

A = Abstammungsachse.
B = Braktee.
Bl = Blüte.
D = Dehiszenzlinie.
E = Embryosack.
Fr = Fruchtknoten.
F = Funiculus.
aG = aufsteigendes Gefäßbündel.
abG = absteigendes Gefäßbündel.
Gp = Grundparenchym.
Gr = Griffel.
Gz = Geleitzelle.
Hp = Holzparenchym.
I = Involucrum.
aI = äußeres Integument.
iI = inneres Integument.
K = Karpid, Konnektiv.
N = Nucellus.
Na = Narbe.
NVS = Narbe des Sproßvorblattes.
O = Ovulum.
P = Perianth.
R = Ringwulst, Ringgefäß.
iR = innerer Ring.
pS = primäre Scheidewand.
sS = sekundäre Scheidewand.
Sa = Samenanlage.
SCH = Scheidewand.
Sp = Spiralgefäß.
Sr = Siebröhre.
U = Umbiegestelle.
oU = obere Umbiegestelle.
V = Vorblatt.
Vk = Vegetationskegel.
VS = Sproßvorblatt.
Z = Zäpfchen.

Tafel I.

Tafel I.

Fig. 1 bis 36 inklusive.

Juglans regia L., weibliche Blüte.

Fig. 1. Blütensproß, drei Blüten sichtbar, (2), (3) entwickelt, (1) im Wachstum zurückgeblieben, die Braktee bei (1) und (3) deutlich sichtbar; von den zwei Sproßvorblättern ist das vordere abgetrennt.

» 2. Zwei sehr junge Blüten mit Sproßvorblättern, (*a*) und (*b*) zeigen Vegetationskegel und erste Anlage eines Ringwulstes.

» 3. Junger Sproß; der Ringwulst hat sich in Blättchen differenziert = die Vorblätter.

» 4. Junge Blüte mit Braktee, Vorblattkreis, in den Gefäßbündel verlaufen, und Perianthkreis (radialer Längsschnitt).

» 5. Zwei junge Blüten im Längsschnitt (tangential zur Achse), Vorblätter, Perianth und erste Anlage der Karpiden; mehrere Perianthzipfel sind quer getroffen.

» 6. Die zentral gelegene größte Zelle zwischen den Karpiden der vorigen Blüte stark vergrößert; sie entwickelt das Ovulum.

» 7. Tangentialer Längsschnitt, erste Anlage des Ovulums.

» 8. Junge Blüte im Querschnitt, zwei der vier Vorblätter sind vereinigt.

» 10. Radialer Längsschnitt, daher die Braktee getroffen, aber nur ein Karpid zu sehen.

» 11. Junger Sproß im Längsschnitt, ein Vorblatt übernimmt die Rolle der Braktee.

» 9. Etwas ältere Blüte quer geschnitten, von den vier Vorblättern sind drei teilweise ergänzt (= die punktierte Linie).

» 12. Dieselbe Serie, tiefer unten gelegener Schnitt, die Vorblätter zu einer kreisförmigen Hülle verschmolzen.

» 13 bis 18. Von oben nach unten aufeinanderfolgende Querschnittserie durch eine sehr junge Blüte. Man beobachte die allmähliche Verwachsung des Perianths mit den Karpiden und Vorblättern; in Fig. 16 sieht man in schwacher, in Fig. 17 in starker Vergrößerung rechts ein Zäpfchen, das oberhalb jenes Schnittes sichtbar ist, in welchem die Karpidenränder vereinigt sind. Das linke zweite Zäpfchen ist in dieser Höhe bereits mit den Karpiden verschmolzen.

» 19. Etwas ältere Blüte, Anlage der Scheidewand, welche das Ovarium unten halbiert; die zwei Ovarialhälften sind schraffiert.

» 20. Auf der Scheidewand erscheint die erste Anlage des Ovulums.

» 21. Tangentialer Längsschnitt, daher Braktee nicht sichtbar; junges Ovulum, getrennter Gefäßbündelverlauf.

» 22. Ovulum, das anormalerweise schief steht, inneres Integument tritt auf.

» 23 und 25. Das äußere Integument, auf tangentialen Längsschnitten in beiden Blättern sichtbar, tritt auf.

» 24. Das innere Integument schließt sich zur Mikropyle über dem Nucellus, das äußere wächst empor.

» 26. Querschnitt durch den Fruchtknoten unterhalb des Ovulums, zeigt die Scheidewand zwischen den zwei Hälften des äußeren Integuments sowie die Dehiszenzlinie, in welcher später der Keimling die Holzschale der Nuß sprengt.

» 27. Ein radialer Längsschnitt traf eine Hälfte des äußeren Integuments und zeigt das Eindringen desselben in das Gewebe des Fruchtknotens.

» 28. Dehiszenzlinie in starker Vergrößerung (Querschnitt durch den jungen Fruchtknoten).

» 29. Dehiszenzlinie in der jungen Nußschale.

Juglans Sieboldiana Maxim., weibliche Blüte.

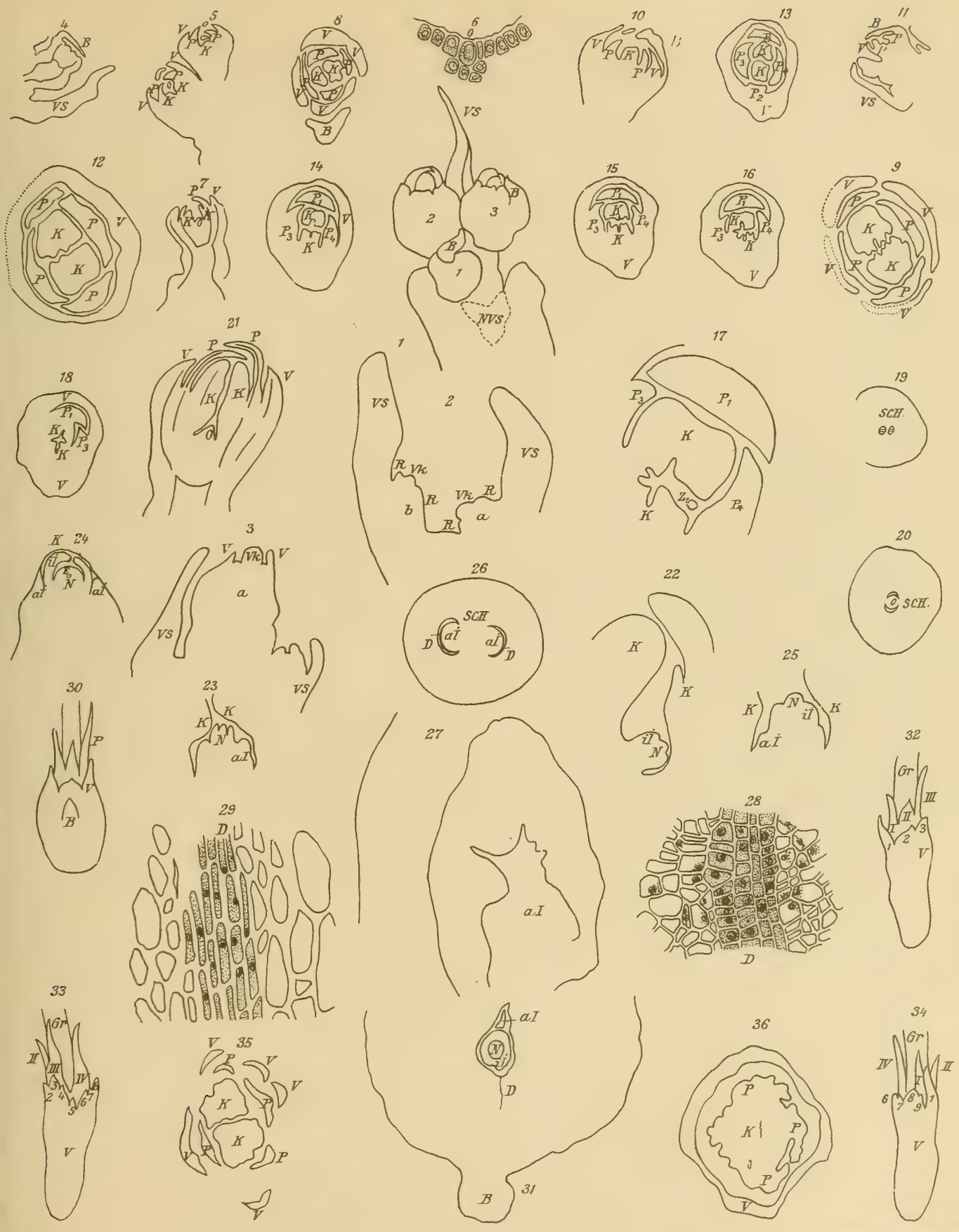
Fig. 30. Die Braktee und lockere Vorblatthülle deutlich sichtbar. (Vergleiche hiezu die Anmerkung auf p. 2 [302].)

» 31. Querschnitt, zeigt den Stiel der Braktee, Nucellus, inneres Integument und abnormalerweise einseitig entwickeltes äußeres Integument.

» 32, 33, 34. Eine Blüte in drei Stellungen, um die Vorblatthülle deutlich zu zeigen.

» 35. Querschnitt, fünf Vorblätter.

» 36. Querschnitt; auffällig ist der lockere Vorblattkreis.



Herzfeld del..

Fig. 1-36 incl..

Tafel II.

Tafel II.

Fig. 37 bis 61 inklusive.

Juglans regia L., weibliche Blüte.

Fig. 37. Radialer Längsschnitt durch eine schon bestäubte weibliche Blüte, Gefäßbündelverlauf; die ins Perianth führenden Bündel punktiert; Beschreibung im Text (p. 5 [305]).

» 38 bis 44. Querschnitte, welche in der Höhe geführt wurden, die in Fig. 37 angegeben. Die punktierte Linie ist die Grenze, bis zu welcher die Verholzung der Schale eintritt. In den Fig. 43 und 44 bilden die äußeren aufsteigenden mit den inneren absteigenden Gefäßbündeln je einen Ring.

Haare und Drüsen von *Juglans regia*:

» 45. Einzelliges Haar.

» 46. Büschelhaare.

» 47. Zweizelliges Haar mit langer Endzelle.

» 48. Vielzelliges Haar.

» 49. Kleines Drüsenhaar mit kurzem Stiel und einzelligem Köpfchen.

» 50. Köpfchen durch Vertikalwände geteilt.

» 51. Ebensolches Köpfchen auf langem Stiel.

» 52. Kopf auch durch Horizontalwände geteilt.

» 53. Schilddrüse im medianen Längsschnitt.

» 54. Schilddrüse von außen getroffen.

Juliania adstringens Schl.

Fig. 55. Einzelliges Haar (Typus von Fig. 45).

» 56. Kleiner Drüsenkopf auf längerem Stiel (Typus von Fig. 51; der Stiel ist geschrumpft).

» 57. und 61. Drüsenkopf mit Horizontalwänden (Typus von Fig. 52).

» 58. Zellbegrenzung des Ovarialspaltes im Griffel.

» 59. Primäres Gefäßbündel mit Ringgefäß, Spiralgefäß, Holzparenchym, Siebröhre, Geleitzelle, Grundparenchym.

Carya alba Nutt.

Fig. 60. Kombination von Schilddrüse mit Büschelhaaren, welche an der unteren der zwei Stielzellen im Kreise sitzen.

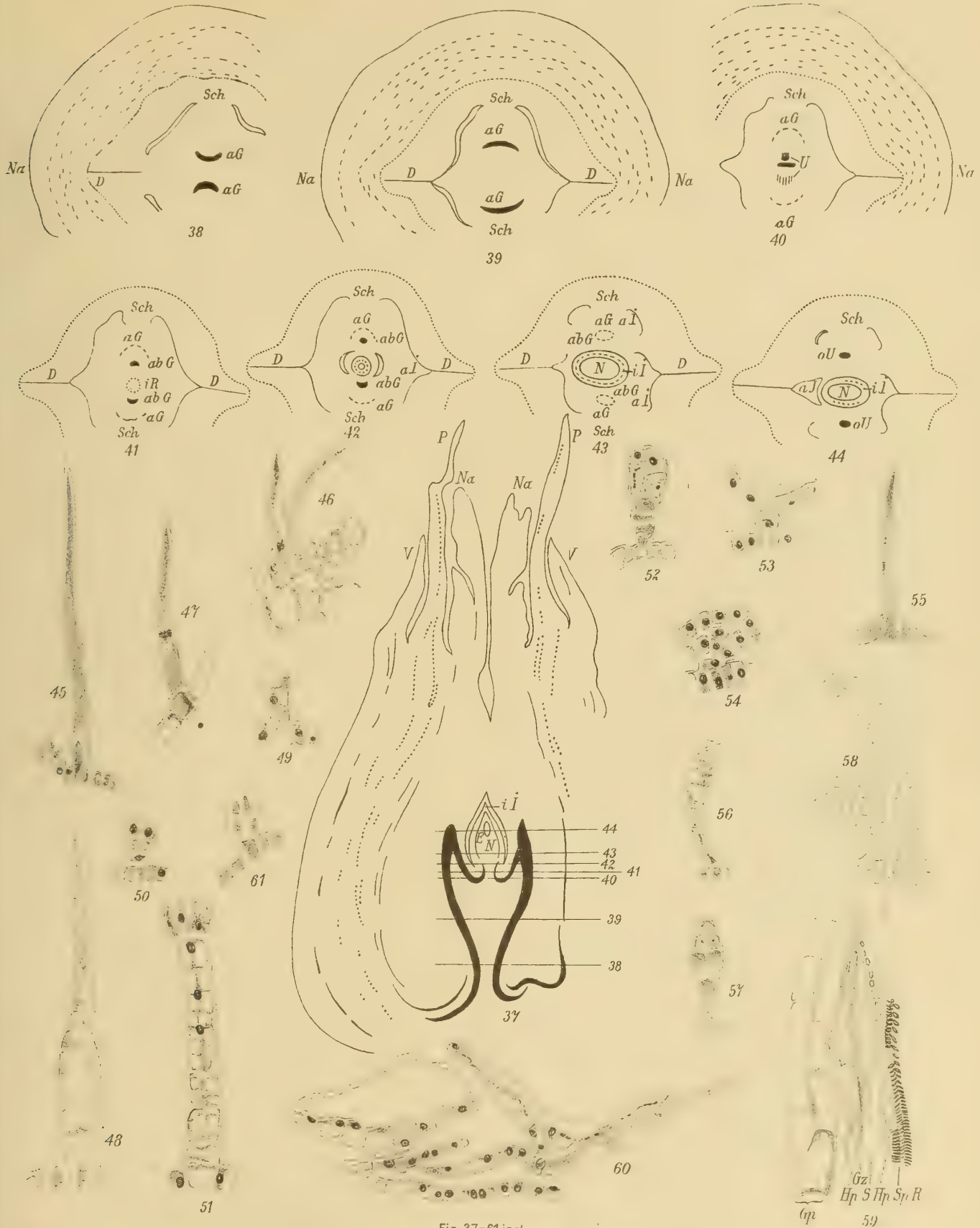


Fig. 37–61 incl.

Herzfeld del..

Tafel III.

Tafel III.

Fig. 62 bis 109 inklusive.

Juglans regia L.

Fig. 62 bis 67. Erhabene Spaltöffnungen:

Fig. 62. Doppelspaltöffnung; Schließzellen längs getroffen.
» 64, 65, 66. Spaltöffnungen im Längsschnitt; Schließzellen im medianen Querschnitt.
» 63. Querschnitt durch den Kamin.
» 67. Flächenschnitt durch Schließzellen.
» 74. Doppelblüte im Querschnitt: 2 Blüten in gemeinsamer Hülle.
» 75. Doppelfrucht aus »The Gardeners Chronicle«.
» 103. Diagramm der weiblichen Blüte.

Männliche Blüte:

» 78. Diagramm.
» 79. Anthere.

Juglans Sieboldiana Maxim.

Fig. 76. Männliche Blüte von innen gesehen, Antheren abgelöst.
» 77. Diagramm.

Juliania adstringens Schl.

Weibliche Blüte:

Fig. 68. Griffel.
» 69. Herauspräparierte Samenanlage in toto.
» 70, 71, 72. Mikrotomserie durch die Samenanlage, zeigt den Verlauf des Gefäßbündels.
» 106. Diagramm, vier Blüten in gemeinsamem Involucrum; die punktierte Linie ist das innig mit dem Fruchtknoten und dem Involucrum verwachsene Perianth.

Männliche Blüte:

» 80. Von innen gesehen, Antheren losgelöst.
» 107. Diagramm.

Platycarya strobilacea Sieb. et Zucc.

Männliche Blüte:

Fig. 81. Von innen gesehen, Antheren losgelöst.
» 87. Diagramm.

Weibliche Blüte:

» 82. Tangentialer Längsschnitt; die punktierte Linie = das ergänzte zweite Gefäßbündel.
» 83. Radialer Längsschnitt, trifft die Braktee und das dritte Bündel.
» 84. Querschnitt unterhalb des Ovulums; Scheidewand und Lappen des äußeren Integuments.
» 85. Querschnitt, durch das Ovulum gehend.
» 86. Diagramm, das dritte Perianthblatt punktiert.

Engelhardtia spicata Blume.

Weibliche Blüte:

Fig. 88. Längsschnitt, außen Vorblätter, Griffel mit Perianth verwachsen, Ovarialhöhle offen, Nucellus mit innerem Integument, äußeres Integument wächst in mehreren Lappen empor, ist mit der Fruchtknotenwand an der punktierten Linie verwachsen.
» 89. Querschnitt unterhalb des Ovulums, Scheidewand und Lappen des äußeren Integuments.
» 105. Diagramm.

Männliche Blüte:

Fig. 104. Diagramm.

Carya alba Nutt.

Weibliche Blüte:

Fig. 100. Radialer Längsschnitt.
» 101 und 102. Querschnitt, äußeres Integument in mehreren Lappen.
» 108. Diagramm.

Männliche Blüte:

» 109. Diagramm.

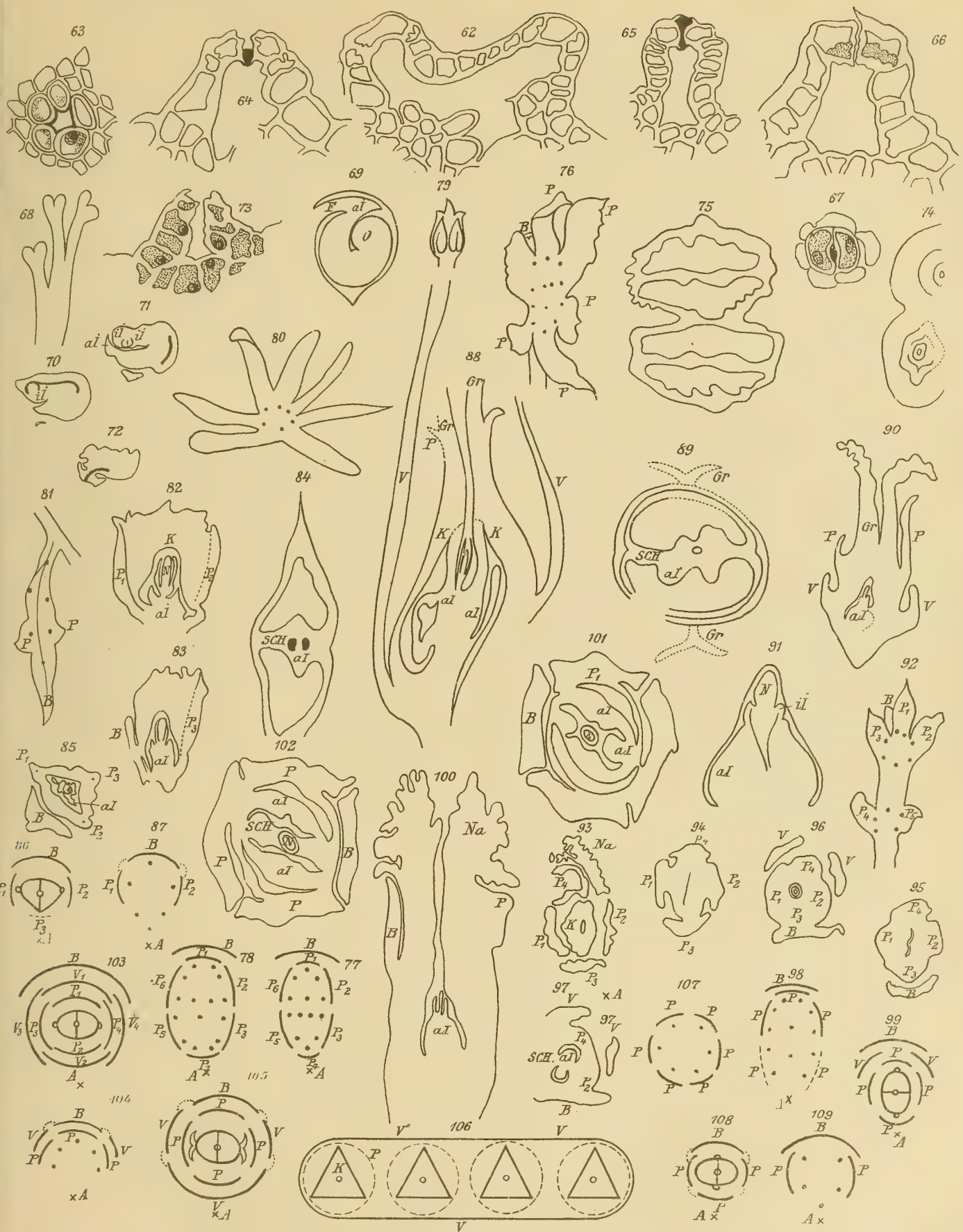
Pterocarya fraxinifolia Kunth.

Männliche Blüte:

Fig. 92. Von innen gesehen, es können auch sechs oder weniger Perianthblätter vorhanden sein.
» 98. Diagramm.

Weibliche Blüte:

» 90. Längsschnitt.
» 91. Aus dem vorigen Schnitt: stärkere Vergrößerung des Ovulums.
» 93 bis 97. Querschnittserie.
» 93. Die vier ungleichen Perianthblätter quer und eine Narbe längs getroffen, man sieht die Ovarialspalte im Karpid.
» 94. Die Perianthblätter verwachsen median mit dem Fruchtknoten, Ovarialhöhle geschlossen.
» 95. Braktee getroffen, Ovarialraum wieder offen.
» 96. Braktee ist schon verschmolzen, Vorblätter erscheinen, Ovulum getroffen.
» 97. Ein Vorblatt ist verschmolzen, Scheidewand unterhalb des Ovulums halbiert das äußere Integument.
» 99. Diagramm.



Herzfeld del.. Fig. 62–109 incl.. Lith. Anst Th. Bannwarth.

Tafel IV.

Tafel IV.

Fig. 110 bis 125 inklusive.

Engelhardtia spicata Blume.

Weibliche Blüte:

Fig. 112. Vorblätter und Braktee losgelöst, Perianth bis zur Hälfte des Griffels verwachsen.

» 113. Blüte samt äußerer Hülle: Vorblätter mit Braktee verwachsen.

Männliche Blüte:

» 111. Braktee mit zwei Vorblättern verwachsen; von den drei Perigonblättern sind nur zwei zu sehen.

» 112. Ebenso mit verlängerter Braktee.

Carya alba Nutt.

Weibliche Blüte:

Fig. 114. Braktee tiefer inseriert als die Perigonblätter; Narbe mächtig; oberer Teil der Blüte.

» 115. Ebenso, ganze Blüte.

Männliche Blüte:

» 116. Braktee, zwei Perianthblätter und vier Antheren sind zu sehen.

Platycarya strobilacea Sieb. et Zucc.

Männliche Blüte:

Fig. 125. Braktee mit zwei Anhängseln = reduzierte Perianthblätter.

Weibliche Blüte:

a) Normale Blüte:

» 117. Von der Achse aus gesehen, zwei Perianthblätter innig mit dem Fruchtknoten verschmolzen.

» 118. Von außen gesehen, Braktee losgelöst.

b) Sechs Übergangsformen zur Zwittrigkeit:

» 119. Ein drittes Perianthblatt tritt als medianer Hautsaum auf.

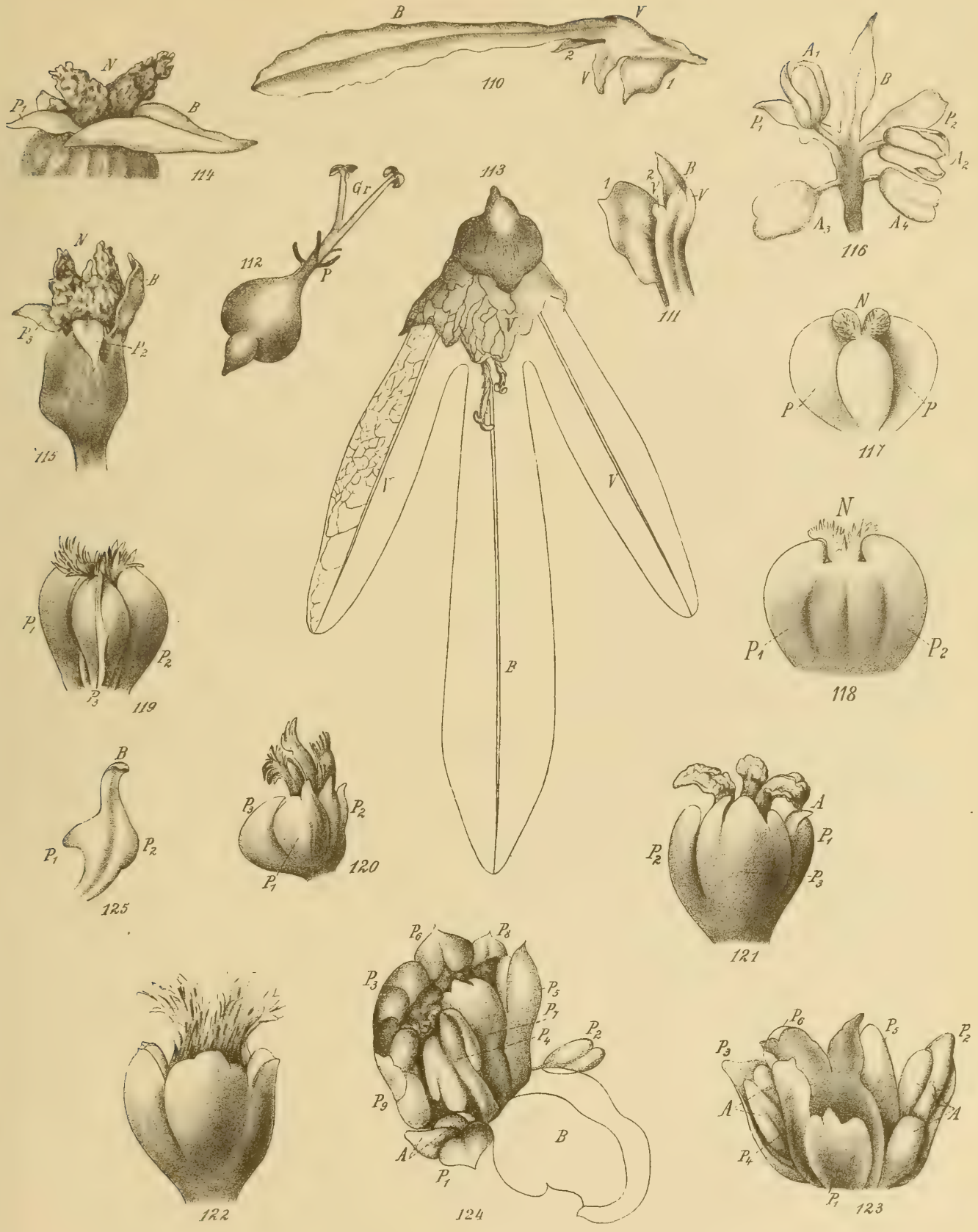
» 120. Von der Seite gesehen, drei Perianthblätter, drei Narben.

» 121. Von innen gesehen, drei Perianthblätter, drei Narben, es beginnt die Bildung von Pollensäcken auf den Perianthblättern.

» 122. Von innen gesehen.

» 123. Ein zweiter Wirtel von drei Perianthblättern mit Antheren tritt auf.

» 124. Ein dritter Wirtel von drei Perianthblättern ist vorhanden; die Braktee ist zurückgeschlagen.



Herzfeld et Kasper del..

Fig. 110–125 incl..

Lith. Anst Th. Bannwarth ...

Tafel V.

Tafel V.

Fig. 126 bis 148 inklusive.

Juliana adstringens Schl., weibliche Blüte.

Fig. 128. Infloreszenz; rechts eine Teilinfloreszenz, links eine zweite abgeschnitten, in der Mitte ein Rest der Sproßachse.

Juglans regia L.

Fig. 127. Doppelfrucht von außen.
» 126. Dieselbe durchschnitten (Erklärung im Text).
» 129. Normale Frucht, die äußere Hülle in zwei Schichten aufgesprungen, deren innere die Perianthzipfel, die äußere Vorblattzipfel trägt.
» 134. Normale Frucht, oberer Teil.
» 130. » » eine Schalenhälfte, zeigt die primäre und sekundäre Scheidewand.
» 131. Doppelblüte.
» 132. Männliche Blüte von außen.

Juglans nigra L.

Fig. 133. Männliche Blüte von außen.

Pterocarya frexinifolia Kunth.

a) Normale weibliche Blüte:

Fig. 135. Sproß mit zwei Blüten.

b) Übergangsformen zur Zwittrigkeit:

» 136 und 137. Tiefere Spaltung des Perianths, Freiwerden des Fruchtknotens.
» 138. Zwitterblüte, Auftreten von Antheren zwischen Perianth und Fruchtknoten.
» 139. Anthere mit langgeschwänztem Konnektiv.
» 140, 141, 142, 144. Zwitterblüte von außen und von der Seite, zunehmende Verkümmerung der Vorblätter.
» 143. Zwitterblüte mit zwei Staminalkreisen.
» 145, 146, 147. Verwachsung und Durchwachsung von Anthere und Gynoeceum.

c) Männliche Blüte.

» 148. Von außen, Vorblätter fehlen.

Herzfeld et Kasper del..

Fig. 126-148 incl..

Tafel VI.

Tafel VI.

Fig. 149—154. **Mikrophotographien.**

Fig. 149. *Juglans Sieboldiana:* Querschnitt durch eine ältere Blüte; Ovarialraum geschlossen, Perianth mit dem Karpid vollkommen, mit der Vorblatthülle stellenweise verbunden.

» 150 bis 154. *Juliania adstringens:* Querschnittserie durch eine ♀ Teilinfloreszenz. Fig. 150, 151, 152, 153 zeigen im Involucrum drei, Fig. 154 zwei Blüten getroffen.

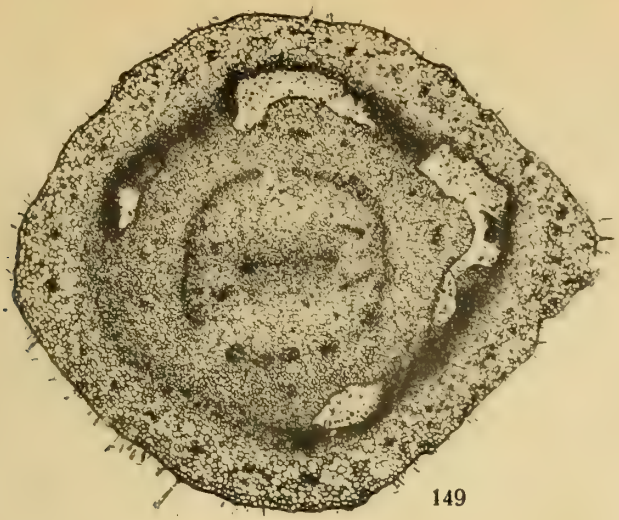
» 150. Im Innern des Involucrums rechts ein Querschnitt durch einen freien Griffel der ersten Blüte, dann die vermutlich von Perianth umwachsenen Griffel der zweiten und dritten Blüte, die an zwei gegenüberliegenden Seiten mit der kürzeren Querachse des Involucrums verwachsen sind.

» 151. Dem freien Griffel rechts ist von der Wand eine Vorwölbung entgegengewachsen und hat sich mit ihm vereinigt.

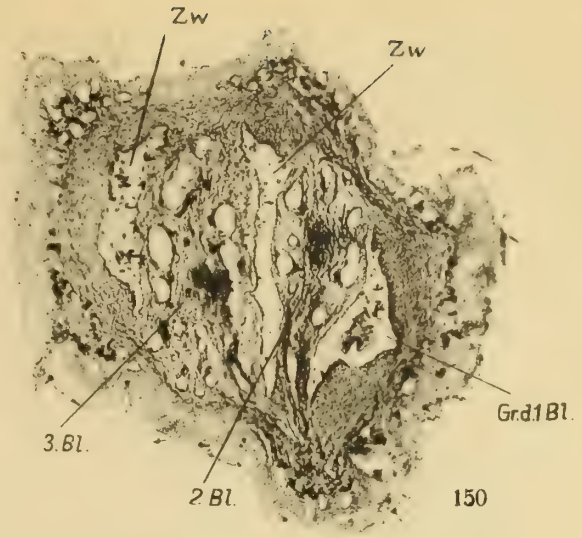
» 152. Neben dem seitlich schon breit angewachsenen Griffel wölben sich zwei neue Blättchen vor, gegenüber wachsen zwei andre Wülste entgegen.

» 153. Der Griffel ist auch an der gegenüberliegenden Seite mit dem Involucrum verwachsen. Er selbst sowie der nebenstehende zeigen Ovarialspalte. Die am meisten links gelegene Blüte hat einen dreieckigen Ovarialraum.

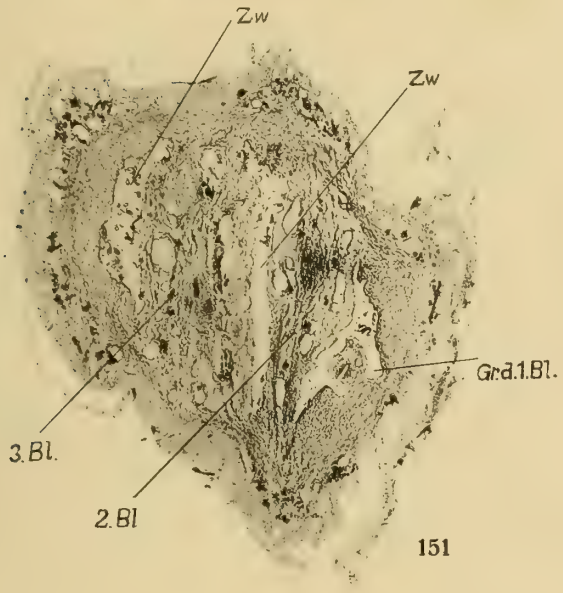
» 154. Zwei Blüten sind getroffen, deren Eichen durchschnitten ist. Die rechts liegende zeigt oben das einseitige äußere Integument, unten den quer getroffenen Funiculus; das innere Integument und der Nucellus sind längs getroffen.



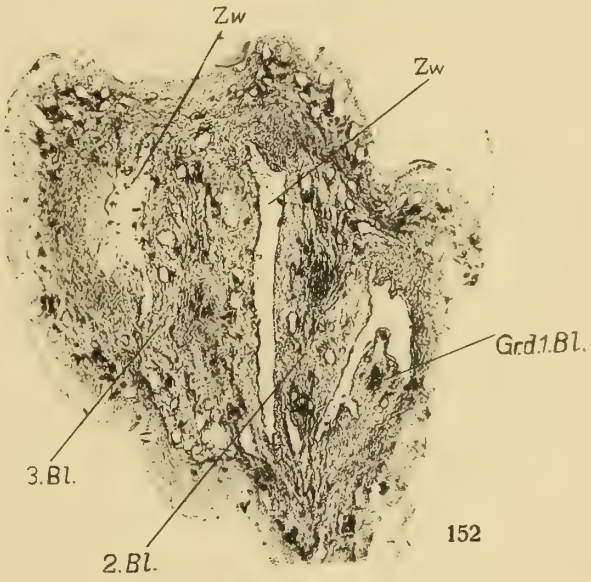
149



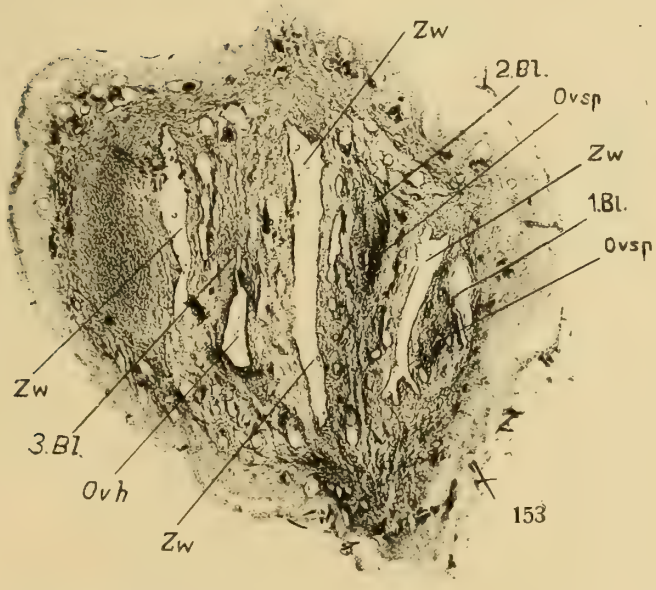
150



151



152



153

154

A. Mayer und Herzfeld phot. Fig. 149—154 incl. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel VII.

Tafel VII.

Fig. 155 bis 161. **Mikrophotographien.**

Fig. 155. *Juglans regia*, Ovulum: im Nucellus das zentrale, dunkler angefärbte sporogene Gewebe, das innere Integument schließt sich über dem Nucellus. Das äußere Integument hat radial angeordnete Zellen, welche einen Druck nach außen auszuüben scheinen.

» 156. *Juglans Sieboldiana*. Querschnitt durch die ♀ Blüte. Anlage der Dehiszenzlinie: von der Ecke des Ovarialspaltes ziehen geradlinig zum Gefäßbündel regelmäßig angeordnete Zellen, die dicht protoplasmatisch sind.

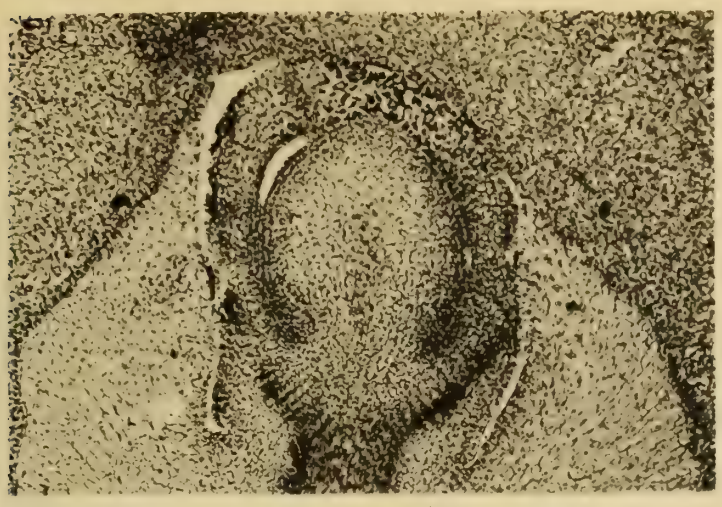
» 157 bis 161. *Juliania adstringens*: Fig. 157. Entzwei geschnittene Sammelfrucht mit sechs Früchten; jede Fruchtschale ist in zwei parallele Schalenschichten gespalten, deren innere zum Griffel führt, also Fruchtknotenwand ist, während die äußere vermutlich dem Perianth angehört.

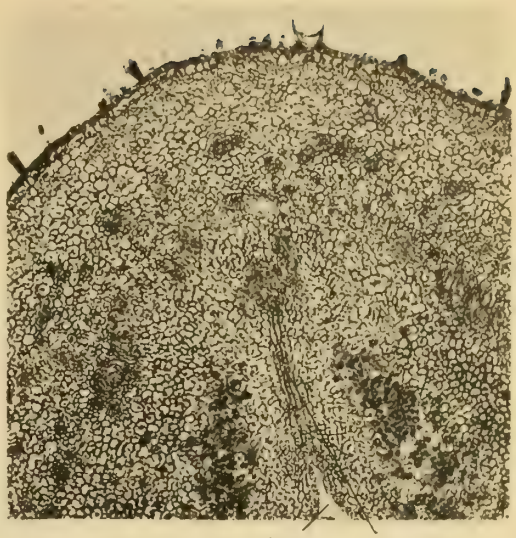
» 158. Querschnitt: Inmitten des Griffels ist eine Ovarialspalte zu sehen.

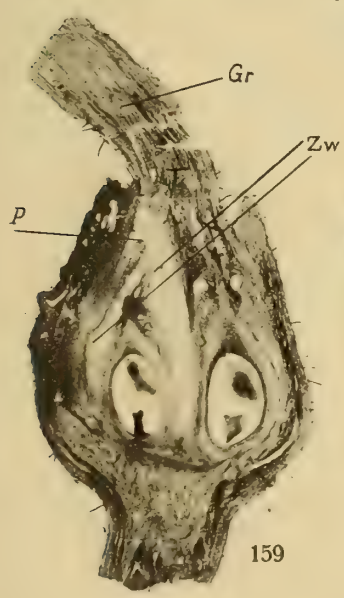
» 159. Längsschnitt durch eine Teilinfloreszenz, zwei Blüten sind getroffen, oberhalb der linken sieht man ein Blatt, offenbar Perigonblatt, an der Fruchtkotenwand.

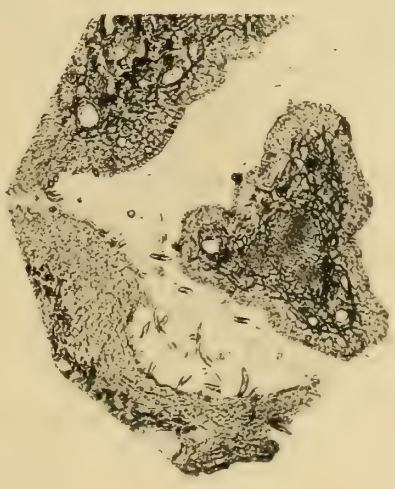
» 160. Querschnitt durch den Griffel, um dessen Trimerie zu zeigen.

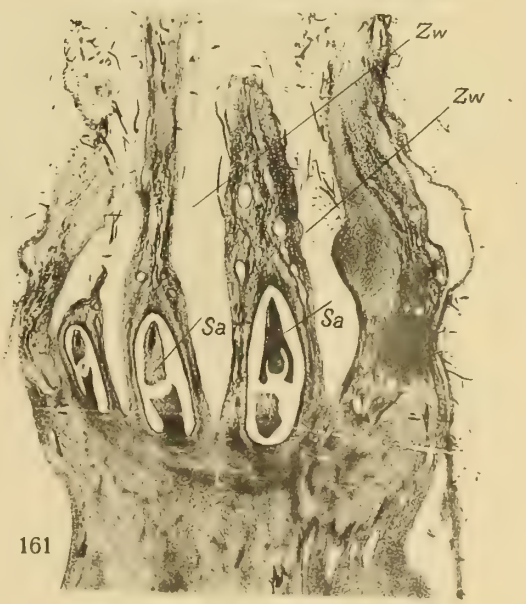
» 161. Längsschnitt: Drei Blüten sind getroffen, deren Samenanlagen die verschiedensten Schnittbilder ergeben.











A. Mayer und Herzfeld phot.

Fig. 155—161 incl.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

BERICHT ÜBER DIE VON HANS SAUTER AUF FORMOSA GESAMMELTEN SCHLANGENARTEN

VON

DR. FRANZ STEINDACHNER

W. M. K. AKAD.

Mit 4 Tafeln und 21 Textfiguren

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 3. JULI 1913

Das Naturhistorische Hofmuseum in Wien erhielt im Laufe des Jahres 1912 durch Herrn Hans Sauter in Anping auf Formosa eine große Sammlung formosanischer Reptilien in bedeutender Anzahl von Arten und Individuen sowie von zahlreichen Fundstätten.

Über die in dieser Sammlung enthaltenen 37 Schlangenarten, von denen 2 noch nicht beschrieben waren, wird in vorliegender Abhandlung ausführlich berichtet.

Bisher kennt man von Formosa nach Einziehung einiger bisher für neu gehaltener Arten 42 terrestre und 8 marine Schlangenarten, welche letztere wegen ihrer weiten Verbreitung im Indischen Ozean sowie im Stillen Ozean von Australien bis Japan für Formosa nicht charakteristisch sind.

Von den erwähnten 42 Arten von Landschlangen (im Gegensatze zu den Meeresschlangen) sind nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen nur 4 Arten ausschließlich auf Formosa beschränkt, alle übrigen kommen auch auf dem so nahe gelegenen südöstlichen chinesischen Festlande vor, mit Ausnahme von *Psammodynastes pulverulentus*, welche Art, bisher von China noch nicht bekannt, auf Formosa aber ebenso gemein ist wie in Indochina, den östlichen Himalayagegenden, Hinterindien und dem ostindischen Archipel.

Gemeinsam mit den Liu-Kiu-Inseln hat Formosa nur 3 Schlangenarten, *Typhlops braminus, Liopeltis semicarinata* (Hallow.) und *Dinodon rufozonatum* (Cant.) Pet.

1. Typhlops braminus (Daud.) Cuv.

8 Exemplare von Kosempo (Koll. Sauter), 115 bis 155 *cm* lang.

Unterseite des Kopfes weißlich.

Als sichere weitere formosanische Fundorte dieser Art führt Masamitsu Oshima noch an: Kontei, Koshun und Tainan.

Nach demselben Autor soll auch *Typhlops leucoproctus* Blgr., bisher nur von Neuguinea und Queensland bekannt, auf Formosa bei Kuraru, Koshun vorkommen (siehe Masamitsu Oshima: »An Annotated List of Formosan Snakes« in Annot. Zool. Jap., Tokyo, Vol. 7, p. 186 [1910]), was wohl sehr zu bezweifeln ist.

2. Sibonophis collaris (Gray).

Psammophis collaris Gray, Ann. & Mag. Nat. Hist., Ser. 2, Vol. 12, p. 390.
Ablabes collaris Gthr., Cat. Colubr. Snakes, p. 28.
— — Gthr., Rept. of Brit. India, 1864, p. 228.
Polyodontophis collaris Blgr., Cat. of Snak. Brit. Mus., I, 1893, p. 184.
Sibonophis collaris Stejn., Proc. U. St. N. Mus., Vol. 38, p. 103.

Die Zahl der Supralabiala beträgt 10 bis 9, in letzterem Falle ist das 5. mit dem 6. verschmolzen und es begrenzen nur das 4. und 5., sonst das 4., 5. und 6. direkt das Auge nach unten. Bei einem Exemplare von Taihorin sowie von Suishario ist überdies auch noch das 1. Supralabiale mit dem 2. vereinigt und es bilden somit das 3. und 4. Supralabiale den unteren Augenrand.

Bei sämtlichen (13) mir vorliegenden Exemplaren von Formosa erreicht das drittletzte dreieckige, nach unten zugespitzte Supralabiale nicht den oberen Mundrand. Es liegt unter dem einzigen Temporale der ersten Reihe. Von den beiden Temporalia der zweiten Reihe ist bald das obere, bald das untere der Länge nach vollständig in 2 aufgelöst.

Rostrale bei oberer Ansicht des Kopfes nur wenig sichtbar, viel breiter als hoch. Sutur zwischen den Internasalia mehr minder unbedeutend kürzer als die zwischen den Präfrontalia.

Frontale nicht breiter als das Supraoculare; es ist ebenso lang oder (in der Regel) ein wenig länger als sein Abstand vom vorderen Kopfende, länger als breit und kürzer als die Parietalia, welche mit ihrem etwas schräge gestellten Vorderrande das Supraorbitale und das obere der beiden Postorbitalia begrenzen. Vorderes Kinnschildpaar ebenso lang oder ein wenig kürzer als das hintere Paar und in Kontakt mit 4 Infralabialia. Zeichnung genau dieselbe wie bei den Exemplaren von dem benachbarten asiatischen Festlande.

Schuppen in 17 Reihen. Anale geteilt. Subcaudalia paarig, nur wenige derselben in seltenen Fällen einfach.

Schwanz bei vollständig erhaltenen Exemplaren sehr lang und schlank.

V. 164—177. Subc. 116—129. A. 1/1. Subc. paarig.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia
♂ 662	280 *mm*	177	116
630	235	165	129
560	210	164	125
712	225 (Stummelschw.)	176	ca. 110
♀ 450	150	175	117

Formosa: Kosempo, Taihorin, Suishario (Koll. Sauter). Das Museum in San Francisco besitzt zwei Exemplare vom Kanshirei.

3. Tropidonotus annularis Hallow.

Tropidonotus habereri Werner[1], Abh. Bayer. Akad. Wiss., Bd. XXII, pt. 2, p. 354, Taf. I, Fig. 1—2 (1904).
Natrix annularis Stejn., Herpet. of Japan, U. St. Nat. Mus., Bull. 58, p. 291 (1907).
— — Masamitsu Oshima, Annot. Zool. Jap., Tokyo, Vol. 7, p. 188 (1910).

Sehr häufig auf Formosa bei Kosempo, Taihorin und Alikang. Bei mehreren kleinen Exemplaren von Kosempo ist die Unterseite und der seitliche Abfall des Kopfes mit zarten, stachelartigen Wärzchen besetzt.

[1] *Tr. haberi* Wern. ist zweifellos identisch mit *Tr. annularis* und es ist bei den typischen Exemplaren des Münchner Museums nur die unterste Schuppenreihe des Rumpfes nach einer gütigen Mitteilung des Herrn Dr. Erich Zugmayer ungekielt.

Die Zahl der Temporalia und deren Größe ist sehr variabel, 1 + 2, 2 + 2, 2 + 3. In der Regel ist nur ein Präoculare vorhanden, sehr selten 2; Postocularia 3, selten 4. Supralabialia selten 7 oder 8, in der Regel 9, von denen das 3. und 4. oder das 4. und 5. das Auge nach unten umrandet.

Bei sämtlichen von mir untersuchten Exemplaren von Formosa sind die Internasalia, die sich nach vorne verschmälern, kürzer als das Frontale und letzteres ist viel breiter als das Suboculare, Rostrale von oben kaum sichtbar. Der Durchmesser des Auges ist in der Regel 2mal, seltener mehr als 2mal in der Schnauzenlänge enthalten. Nasale geteilt.

Rumpfschuppen mit Ausnahme der untersten Reihe stark gekielt.

Bei einem einzigen Exemplare sind auch die Schuppen der vorletzten Längsreihe nahezu glatt. Bei einem Exemplare von Kosempo ist ein kleines Schüppchen zwischen die Präfrontalia eingeschoben.

Schuppenreihen 19. Anale geteilt.

Das größte Exemplar der Sammlung Sauter ist trotz eines Stummelschwanzes nahezu 7 *m* lang. Sämtliche Exemplare zeigen an der dunkel bleifarbigen Rückenseite eine schwärzlichgraue, mehr minder verschwommene netzförmige Zeichnung.

V. 139—149. Subc. 63—76.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia
♀ 910 *mm*	231 *mm*	139	69
♂ 860	220	141	73
♀ 675	180	144	76
♂ 756	200	145	70
470	223	149	73
		141	63
		♀ 141	69

4. Tropidonotus swinhonis Gthr.

(Ann. Mag. Nat. Hist., Ser. 4, Vol. I, 1868, p. 420.

Tropidonotus nuchalis Blgr., l. c., Ser. 6, Vol. VII, 1891, p. 281.

Natrix swinhonis Stejn., Herpet. of Japan, U. St. Nat. Mus. Bullet. 58, p. 293 (1901).

— — Masamitsu Oshima, Annot. Zool. Jap. Tokyo, Vol. 7, p. 189 (1910).

Bei sämtlichen zahlreichen Exemplaren (von verschiedenen Örtlichkeiten) aus Formosa, welche Herr Sauter dem Hofmuseum einsendete, ist eine mehr minder deutliche linienförmige Einsenkung längs der Mitte der Halsgegend bemerkbar, wie sie Dr. Boulenger bei *Tropidonotus nuchalis* nach Exemplaren von China (Ichang) beschreibt. Letztere Art kommt daher bestimmt auch auf Formosa vor, ich möchte sie aber gleich Dr. Günther nicht spezifisch von *Tropidonotus swinhonis* Gthr. trennen, da sie in der Beschuppungsweise und Körperzeichnung vollständig miteinander übereinstimmen und die Nackenfurche zuweilen schwach angedeutet ist.

Nur bei 2 von 16 untersuchten Exemplaren von Kosempo und Suishario sind 2, bei allen übrigen 1 Präoculare entwickelt; die Zahl der Postocularia schwankt zwischen 2 und 3, bei 1 jungen Exemplare sind sie zu einem einzigen Schildchen vereinigt; fast ausnahmslos begrenzen 4 Infralabialia das erste Kiemschildpaar, welches stets viel kürzer als das zweite Paar ist.

Temporalia 1 + 2.

Supralabialia 6, von denen das 3. und 4. den unteren Augenrand bilden. Nur bei einem jungen Individuum sind durch Verschmelzung der 3. und 4. Supralabiale 5 Supralabialia vorhanden, von denen das 3. den unteren Augenrand begrenzt. Das vorletzte Supralabiale ist länger und höher als das letzte.

Rostrale bei oberer Ansicht des Kopfes nur wenig sichtbar, breiter als hoch.

Sutur zwischen den Internasalia kürzer als die zwischen den Präfrontalia. Frontale länger als breit, mehr minder bedeutend kürzer als die Parietalia, deren hinterer Rand bald etwas länger, bald etwas kürzer ist und mehr minder schräge nach vorn und innen abgestutzt erscheint.

Fig. 1.

Tropidonotus swinhonis.

Obere Ansicht des Kopfes und Vorderrumpfes. 2 mal vergrößert.

Der Abstand des Vorderrandes des Frontale ist namentlich bei größeren Exemplaren ebenso lang oder auch etwas länger als das Frontale.

Die Kielung der Rückenschuppen ist variabel, mehr minder scharf hervortretend. Bei den von mir untersuchten Exemplaren sind es namentlich einige Weibchen, bei denen die Schuppenkiele stark entwickelt sind, während bei mehreren größeren Männchen die Schuppen schwach gekielt sind.

Die unterste Schuppenreihe der Rumpfseiten ist in der Regel glatt, doch zeigt sich zuweilen ein schwacher Kiel in der hinteren Längenhälfte einzelner Schuppen in dieser Längsreihe.

Die nie fehlende schwärzliche Nackenbinde ist mehr oder minder breit; vor und hinter derselben liegt eine breite rotgelbe Zone.

Ein schräger schwarzer Streif unter dem Auge, ein zweiter in der Schläfengegend, der bis zum unteren Mundrand nächst den Mundwinkeln herabzieht und am letzten Infralabiale endigt.

In geringer Entfernung hinter dem Collare liegt bei zwei ganz jungen Individuen von 18·7 und 22·5 *cm* Länge von Suishario in geringer Entfernung hinter der Halsbinde eine zweite schmälere Halsbinde, die mit dem Alter ganz verschwindet oder in Form von 2 mehr oder minder großen, nicht scharf abgegrenzten Seitenflecken sich erhält.

Die schwarzen kleinen Rumpffleckchen werden nur durch die dunkle Umrandung einzelner Rumpfschuppen gebildet. Sie sind sehr zahlreich bei jungen Individuen und stehen im Quincunx, im höheren Alter verschwinden sie zuweilen in dem hinteren Teile des Rumpfes vollständig. Zwischen denselben liegen ferner sehr kleine helle Fleckchen zerstreut, die gleichfalls im höheren Alter ganz oder teilweise verschwinden.

Das größte der von uns untersuchten Exemplare ist 700 *mm* lang, von denen 126 *mm* auf den Schwanzteil entfallen.

V. 138—155. Subc. 52—74. A. geteilt. Schuppenreihen 15.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia	Präocularia	Postocularia
♂ 700 *mm*	126 *mm*	158	56	1	3
♂ 630	110	165	55		
♂ 630	107	154	52		
♀ 560	126	144	61		
♀ 556	123	140	62		
♂ 550	98	153	74		
545	93	155	52		
535	92	153	52		
496	110	139	58		
487	110	138	59		
♀ 425	95	142	60		
225	39	156	53		
223	39	142	67		
187	40	141	62		

Formosa: Kosempo, Suishario, Kanshirei.

5. Tropidonotus sauteri Blgr.

(Ann. Mag. Nat. Hist., Ser. VIII, Vol. 4, 1909, p. 495.)

Natrix copei, Van Denburg, Proc. Calif. Acad. Sci. (4) Vol. 3, p. 52 (1909).
— *sauteri* Stejn., Proc. U. St. Nat. Mus., Vol. 38, p. 103 (1910).

Nach der großen Anzahl der eingesendeten Exemplare zu schließen, scheint diese Art, die keine besondere Größe zu erreichen scheint, an einzelnen Lokalitäten überaus häufig zu sein. Das Wiener Museum erhielt von Kosempo allein 27 Exemplare, von denen das größte 435 *mm* lang ist, davon entfallen 237 auf den Schwanz.

Von den 7 Supralabialia ist das vorletzte am größten und höchsten. Es variiert an Höhe sehr bedeutend, reicht zuweilen bis zum Parietale hinauf und trennt das einzige (zuweilen der Quere nach geteilte) Temporale der vorderen Reihe von den 1 bis 2 Schildern der zweiten Reihe vollständig. In diesem Falle ist das Temporale der ersten Reihe äußerst klein oder mindestens äußerst niedrig, lineär. Das 3. und 4. Supralabiale begrenzen das Auge nach unten. Rostrale breiter als hoch, bei oberer Ansicht des Kopfes nur als schmaler Querstreif sichtbar. Internasalia etwas kleiner, namentlich schmäler als die Präfrontalia, daher die Sutur zwischen ersteren ein wenig kürzer als die zwischen den letzteren.

Frontale bedeutend länger als breit, sein Abstand vom vorderen Kopfende übertrifft ein wenig seine Länge.

Die Parietalia sind sehr lang und ihr Abstand vom vorderen Kopfende kommt ihrer Länge gleich.

4 Infralabialia begrenzen das vordere Kinnschildpaar, welches viel kürzer als das hintere ist.

1 Präoculare, zuweilen geteilt, und 3, selten 2 Postocularia. Temporalia 1 + 1 — 2, selten 3, das obere Temporale der 2. Reihe ist nicht selten der Länge nach vollständig geteilt.

Schuppenreihen 17, in der Regel sind die Schuppen der untersten Reihe glatt. Anale geteilt, Subcaudalia paarig.

Die Oberseite des Kopfes und der Seitenabfall desselben mit Ausnahme der Supralabialia braun, letztere gelb mit fast schwarzer Umrandung, daher die gelbe Grundfarbe als große Flecken scharf hervortritt. Gleichsam als Fortsetzung dieser Reihe größerer Supralabialflecken folgt eine viel schmälere bogige helle Nackenbinde, die an der Nackenlinie unterbrochen ist. Sehr kleine dunkelbraune Fleckchen, meist durch dunklere Umrandung einzelner Schuppen gebildet; am Rumpfe und an den Seiten desselben eine Reihe nicht sehr scharf hervortretender größerer heller Fleckchen, die bei älteren Exemplaren in der hinteren Längenhälfte des Rumpfes oder vollständig verschwinden. Unterseite des Körpers weißlich mit einem scharf hervortretenden Fleck auf jedem Bauch- und Subcaudalschilde am Beginne des aufsteigenden Teiles derselben.

V. 125—131. Subc. 68—84.

Fundorte auf Formosa: Kosempo, Suishario, Kanshirei, Taihorin.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia
♀ 385 *mm*	95 *mm*	131	68
♀ 385	118	128	81
♂ 430	230	129	78
♂ 435	237	126	80
♂ 345	112	125	84
		125	75
		130	79

Von *Tropidonotus piscator* erhielt das Hofmuseum durch einen Hamburger Sammler ein Exemplar von Nord-Formosa; in Sauter's Sammlung aus Inner-Formosa ist diese Art durch kein Exemplar vertreten.

6. Macropisthodon rudis Blgr.

Taf. IV.

Macropisthodon rudis Blgr., Ann. Mag. N. H. (7), XVII, p. 568 (1906).
— — Werner, Jahrb. Hamb. Wiss. Anst., XXVI, Beiheft 2, p. 212, Fig. 2 (1909).
Pseudagkistrodon carinatus Van Denb., Proc. Calif. Ac. Sc. (4), Vol. III, p. 51 (1909).
Macropisthistodon carinatus (Van Denb.) Stejn., Proc. U. St. N. Mus., V, 38, p. 104 (1910).
Natrix namiei Masamitsu Oshima, Annot. Zool. Jap., Tokyo, Vol. 7, p. 139 (1910).

11 Exemplare von Kosempo, Kankau, Suishario und Polisha in H. Sauter's Sammlung. Als weitere formosanische Fundorte dieser Art wären noch zu erwähnen Toroku und Berg Arizan.

Körperform gedrungen. Kopf dreieckig bei alten Exemplaren, bei jüngeren normal tropidonotusartig, kaum mehr als halb so breit wie lang.

Rostrale bei den von mir untersuchten jüngeren Exemplaren $1^1/_2$ mal, bei erwachsenen nahezu oder genau 2 mal breiter als hoch, von oben nur wenig sichtbar. Sutur zwischen den Internasalia ebenso lang oder in der Mehrzahl der Fälle etwas kürzer als die zwischen den Präfrontalia.

Frontale in der Regel ein wenig länger als breit, ebenso lang oder ein wenig länger als sein Abstand vom vorderen Kopfende und mehr oder minder unbedeutend kürzer als die Parietalia.

2 Lorealia, übereinander gelegen. Bei einem Exemplare sind sie bei stärkerer Entwicklung des 2. Präoculare durch letzteres voneinander getrennt und zugleich etwas kleiner als normal.

Präocularia 3, Subocularia 4, Postocularia 3, selten 4 und ein größeres Supraoculare.

Temporalia schuppenförmig, stark gekielt, 3 bis 4 in erster und in der Regel mindestens 4 in zweiter Reihe.

Supralabialia 7, von denen das 5. und 6. am größten ist. Durch die zusammenhängende Reihe der Subocularia sind die Supralabialia von der Bildung des unteren Augenrandes ausgeschlossen.

Infralabialia 10, das erste Paar derselben stoßt nach innen hinter dem Mentale zusammen. Das erste Paar der Kinnschilder ist kürzer und schmäler als das 2. Paar und wird beiderseits nach außen von 4, seltener von 5, oder abwechselnd auf einer Seite von 4, auf der anderen von 5 Infralabialia begrenzt.

Die Schilder auf der Oberseite des Kopfes zeigen sehr kleine warzenförmige Erhöhungen, die stellenweise zu kurzen Leistchen zusammenfließen.

Schuppen der Schläfengegend, des Rumpfes und Schwanzes stark scharf gekielt. Bei dem typischen von Boulenger beschriebenen Exemplare aus China bilden sie 25, bei 10 von mir und sämtlichen von Van Denburgh untersuchten Exemplaren von Formosa nur 23 Längsreihen. Bei einem von Masamitsu Oshima als *Natrix namiei* n. sp. (= *Macropisthodon rudis* Blgr.) beschriebenen Exemplare aber, welches sich im Museum zu Taihoku befindet und dessen genauerer Fundort und Sammler leider nicht bekannt ist, sowie bei einem Exemplare des Wiener Museums von Kosempo, liegen sie gleichfalls in 25 Längsreihen geordnet.

An dem Kopfskelette eines großen Exemplares finden sich im Oberkiefer rechts 10, links 9 Zähne vor, auf welche beiderseits ohne größeren Zwischenraum 2 lange, fast horizontal liegende Fangzähne folgen. Unterkieferzähne rechts 15, links 16.

Die Oberseite des Kopfes ist einfarbig braun und durch einen etwas dunkleren Längsstreif, der bereits am oberen Rande des Rostrale beginnt und, vom Auge unterbrochen, am Mundwinkel endigt, von den heller gefärbten Seitenteilen des Kopfes geschieden.

Bezüglich der Größe, Form und Lagerung der meist intensiv graubraunen oder grauvioleten Rumpfbinden und Rumpfflecken variiert diese Art sehr bedeutend und es stimmen in dieser Beziehung unter den mir vorliegenden 11 Exemplaren kaum je 2 genau miteinander überein.

Eine viereckige, am Vorderrande häufig hell gesäumte Nackenbinde ist stets vorhanden. Auf sie folgen bei wenigen Exemplaren noch 2 bis 3 breite, respektive lange Querbinden, die in der Rückenmitte durch einen rundlichen oder rhombenförmigen größeren Fleck und an den Seiten durch einen schmalen Querstreif von der helleren (bläulichgrauen oder braunen) Grundfarbe des Rumpfes voneinander getrennt sind.

Bei anderen Exemplaren schnüren sich die zunächst der Nackenbinde gelegenen Rumpfbinden bereits am Rücken bedeutend ein, zeigen daher eine sattelartige Form oder lösen sich vollständig in zwei ungleiche Hälften auf, die nach oben voneinander durch einen schlangenförmig gewundenen, bald schmäleren, bald breiteren Längsstreif (von der Grundfarbe des Rumpfes) getrennt werden.

Zuweilen sind die Rumpfbinden teilweise in 3 Fleckenreihen aufgelöst, und zwar in eine mittlere Längsreihe rundlicher kleinerer Flecken und in eine paarige seitliche Reihe größerer rundlicher oder ovaler Flecken. Diese nehmen gegen das Rumpfende zu in Übereinstimmung mit der Abnahme der Rumpfhöhe ziemlich rasch an Höhe, verhältnismäßig aber nur wenig an Länge ab und fließen häufig teilweise oder vollständig in Längsstreifen zusammen, wie es am Schwanze regelmäßig vorzukommen scheint. Eine Reihe kleiner dunkler Fleckchen liegt ferner auf den 2 bis 3 untersten Schuppenreihen des Rumpfes, und zwar alternierend mit den darüber gelagerten großen Flecken oder Binden der Rumpfseiten.

Fig. 2.

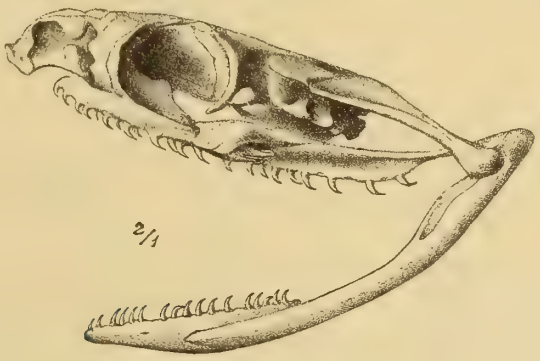


Fig. 3.

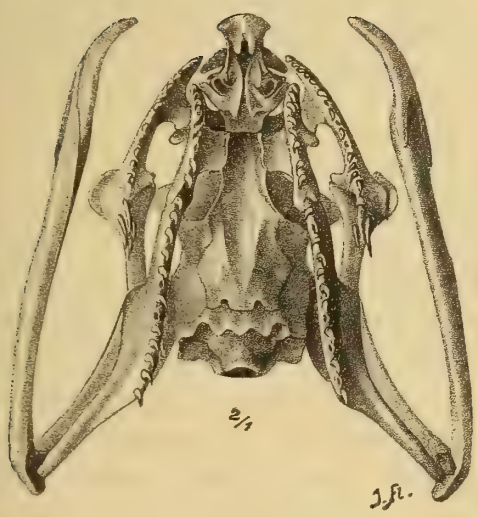
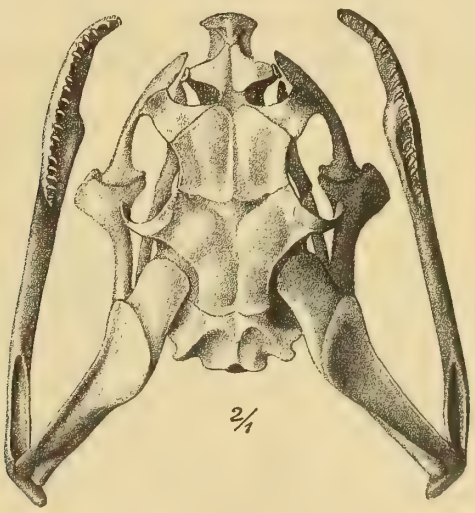


Fig. 4.



Macropisthodon rudis Blg.

Fig. 2 seitliche, Fig. 3 untere, Fig. 4 obere Ansicht des Schädels, in 2 mal. Vergr.

Die Unterseite des Kopfes ist gelblichweiß, die des Rumpfes anfangs spärlich, hierauf aber immer dichter, namentlich nächst dem oberen Ende der Bauchschilder grauviolett gesprenkelt, so daß die Bauchschilder wie durch einen dunklen Streif von den Seiten des Rumpfes abgegrenzt erscheinen. In dem hintersten Teile der Bauchseite des Rumpfes und auf den Subcaudalia endlich verdrängt die dunkle Sprenkelung die helle Grundfärbung fast vollständig.

Bei einem alten Männchen von etwas mehr als 850 *mm* Länge, bei dem leider das Schwanzende verstümmelt ist, heben sich sämtliche Rumpfflecken nur sehr matt von der schmutzig olivengrünen Grundfarbe ab.

V. 138—155. Subc. 46—57. A. geteilt.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia
♂ 850 *mm*	ca. 150 *mm*	155	
♀ 757	145	148	49
♂ 635	115	153	55
♀ 610	105	146	54
♀ 575	114	155	54
♂ 510	85	149	48
♂ 380	70	151	57

Achalinopsis n. g.

Steind., Akad. Anzeiger, Jahrg. 1913, Nr. 12, p. 218 (23. Mai 1913).

Zunächst verwandt mit der Gattung *Achalinus* Peters.

Maxillarzähne 15 von gleicher geringer Größe. Mandibularzähne 16, die mittleren ein wenig länger als die übrigen. Kopf nicht deutlich vom Rumpfe geschieden. Auge sehr klein, Pupille rundlich, Nasalia geteilt, Narine am vorderen Nasale gelegen. Loreale und Präocularia fehlend, durch die großen Präfrontialia, Postocularia aber durch die Temporalia der ersten Reihe ersetzt. Rumpf in seinem mittleren Längsteile deutlich komprimiert. Schuppen lanzettförmig, neben einander gelagert, gekielt, ohne Endgrube, in 27 Reihen (bei der bisher bekannten Art). Ventralia querüber gerundet. Schwanz von mäßiger Länge, zugespitzt. Subcaudalia unpaarig. Hypapophysen längs der ganzen Wirbelsäule entwickelt.

7. Achalinopsis sauteri n. sp.

Steind., l. c., p. 219. — Taf. I, Fig. 1 bis 7.

Kopf verlängert, schmal. Rostrale bei oberer Ansicht des Kopfes nicht sichtbar, ziemlich klein, breiter als hoch. Internasalia zum Teile den vorderen konvexen Abfall der Schnauze bildend, um vieles schmäler als die stark in die Breite entwickelten Präfrontalia. Die Sutur zwischen letzteren ist etwas länger als die zwischen den Internasalschildern und nahezu so lang wie das Frontale. Das Frontale ist von verhältnismäßig geringer Größe, breiter als lang und nur halb so lang wie die nach hinten in eine lange Spitze ausgezogenen Parietalia. Ein großes Schild begrenzt den hinteren, das obere Temporale der 1. und 2. Reihe den äußeren Rand der letzteren.

Supralabialia 6, das vorderste derselben ist sehr klein, das letzte sehr groß und auffallend lang. Das 4. und 5. Supralabiale bilden den unteren Augenrand. Über dem oberen Rande des 1., 2. und einem kleinen Teile des 3. Supralabiale liegen die beiden Nasalia, während der seitliche Abfall der Präfontalia nach unten bis zum oberen Rande des 3. bis 4. Supralabiale herabzieht und nach hinten den Vorderrand des Auges bildet.

Supraoculare etwas größer als das kleine Auge. Von den beiden Temporialia der vorderen Reihe, die unter sich an Größe variieren, reichen bald nur das obere, bald beide nach vorne bis direkt an das Auge; sie sind mehr minder wenig kürzer oder ebenso lang wie die beiden Temporalia der 2. Reihe. 6 Infralabialia und ein sehr kleines Mentale. Das erste Paar der Infralabialia stoßt mit seinem Innenrande aneinander und

begrenzt mit den folgenden zwei Paaren das vordere Kinnschildpaar, welches etwas kürzer und schmäler als das hintere Paar ist, auf welches unmittelbar das erste Bauchschild wie bei den *Achalinus*-Arten folgt.

Die Rumpfschuppen decken sich gegenseitig nicht und sind an der Außenseite gewölbt und gekielt.

Das ungeteilte Analschild ist zirka 2mal länger als das vorangehende letzte Ventrale. Subcaudalia einfach. Seiten des Rumpfes olivengrün bis grauviolett, dunkler gegen die Rückenlinie zu. Die Schuppen in den 2 bis 3 untersten Längsreihen sind in ihrer hinteren Längenhälfte viel heller gefärbt als in der vorderen.

Die Bauch- und Subcaudalschilder sind mattgelb und am hinteren und oberen Rande grau- oder rötlichviolett gesäumt und zwar am weitaus intensivsten am oberen Seitenrande.

V. 158—184. Subc. 61—83. A. ungeteilt.

Totallänge des größten Exemplares von Suishario: 756 *mm*, Schwanzlänge: 121 *mm*, Totallänge des kleinsten Exemplares: 175 *mm*, Schwanzlänge: 46 *mm*.

a) ♀ V. 184, C. 64, Koll. Hans Sauter.
b) ♂ V. 176, C. 62 » » »
c) ♀ V. 179, C. 70 » » »
d) ♀ V. 172, C. 61 » » »
e) ♀ V. 164, C. 70 » » »
f) ♂ V. 158, C. 80 » » »
g) V. 166, C. 73 » » »
h) ♂ V. 170, C. 83 » » »

8. Pseudoxenodon macrops. (Blyth.) Blgr.

Taf. II und III.

Tropidonotus macrops Blyth., Journ. As. Soc. Beng., Vol. XXIII, p. 296 (1855).
— — Gthr., Rept. Brit. Ind., p. 263 (1864).
— — Stoliczka, Journ. As. Soc. Beng., Vol. 40, p. 436.
— *macrophthalmus* Gthr., Rept. Brit. Ind., p. 262, Pl. XXIII, Fig. *C*.
— — Anders., Proc. Z. S. Lond. 1871, p. 77.
— *sikkimensis* Anders., Journ. As. Soc. Beng., Vol. 40, 1871, p. 17.
Pseudoxenodon macrops Blgr., Faun. Ind. Rept., p. 340 (1890).
— *sinensis* Blgr., Ann. u. Mag. N. H. (7), Vol. 13, p. 134 (1904).
— *stejnegeri* Barbour, Bull. Mus. Comp. Zool., 1908, Vol. 51, Nr. 12, p. 317.

10 erwachsene und 4 junge Exemplare von Suishario, 1 halberwachsenes Exemplar von Ranlai-sun 245 bis 800 *m* lang.

Rostrale breiter als hoch, bei oberer Ansicht des Kopfes mäßig sichtbar. Sutur zwischen den Internasalia kürzer als die der Präfrontalia. Frontale fast ebenso breit wie lang, ebenso lang oder ein wenig kürzer als sein Abstand vom vorderen Kopfende, kürzer als die Parietalia, deren Länge übrigens variabel ist und bald nahezu ihrer Entfernung vom vorderen Kopfende, bald fast nur vom hinteren Rande der Internasalia gleicht.

1 Prä-, 3 Postocularia. Bei 2 Exemplaren zeigt sich am Präoculare, das nur sehr wenig oder nicht auf die Oberseite des Kopfes übergreift, eine Längsfurche in seiner Höhenmitte. Loreale ebenso lang wie hoch, oder ein wenig höher als lang, dreieckig mit abgerundeter oberer Spitze oder mehr minder regelmäßig viereckig.

Temporalia 2 + 2, das obere der vorderen Reihe in der Regel sehr bedeutend kleiner und kürzer als das untere.

Supralabialia 8, von denen das 4. und 5. den unteren Augenrand bilden und das vorletzte am höchsten ist. Bei erwachsenen Exemplaren ist die Augenlänge der Hälfte der Schnauzenlänge gleich. Nasale halb oder vollständig geteilt.

9 bis 10 Infralabialia, das erste Paar derselben am Innenrande aneinander stoßend. 4 bis 5 Infralabialia begrenzen nach außen das erste Paar der Kinnschilder, das ebenso lang oder etwas kürzer als das hintere Paar ist. Nacken ausdehnbar. Anale geteilt. 19 bis 21 Schuppenreihen in der Nackengegend, 17 bis 19 (20)[1] im mittleren und 15 im hintersten Teile der Rumpflänge. Schuppen der oberen Reihen zart gekielt. Schuppen der mittleren Seitenreihen des Rumpfes schmal, sehr schräge gestellt, dachziegelförmig sich deckend.

Die gelblichen oder weißlichen Supralabialia sind seitlich dunkel gerandet. Eine dunkle Längsbinde zieht vom hinteren Augenrande zum Mundwinkel und ist oben breit hellgerandet.

Eine zuweilen nur sehr schwach angedeutete Λ förmige, dunkle Binde liegt am Nacken; ihre vordere Spitze reicht nach vorne bis zum hinteren Ende der Parietalia oder noch ein wenig über dasselbe hinaus.

Eine Reihe mehr minder schmaler ovaler oder auch querbindenähnlicher Flecken von rötlicher oder gelblicher Färbung zieht längs der Rückenmitte hin. Diese hellen Flecken sind häufig am vorderen und hinteren Rande dunkler gesäumt, als es die Grundfarbe des Rückens ist. Am unteren seitlichen Ende derselben liegt ein mehr minder intensiv schwarzer, bald größerer, bald kleinerer, rundlicher oder zu einem kurzen Querstreif verlängerter Fleck, der nur bei einem der uns aus Formosa vorliegenden Exemplare in der ganzen vorderen Rumpfhälfte vollständig fehlt. Bei eben diesem Exemplare von Rantai-sun sind auch einige der letzten hellen Rückenflecken äußerst klein und stark verschwommen.

Bei der Mehrzahl der von uns untersuchten Exemplare endigt übrigens die Reihe der (isolierten) hellen Rückenflecken in mäßiger Entfernung vor dem Beginne des Schwanzes und es schließt sich dann an sie ein gleich heller, medianer Längsstreif an, der bis zum Schwanzende ununterbrochen fortläuft und sich anfänglich stellenweise querüber ein wenig verbreitert. Da unter diesen Erweiterungen auch je ein kleines schwarzes Fleckchen ähnlich wie bei den vorangehenden größeren hellen Rumpfflecken liegt, ist wohl anzunehmen, daß dieser mediane helle Rumpf- und Schwanzstreif aus der Verschmelzung und Verlängerung der letzten an Breite ab-, an Länge aber zunehmenden hellen Rumpf- und sämtlicher Schwanzflecken hervorgegangen ist.

Ein tiefschwarzer, schmaler (linienförmiger) Streif begrenzt den Außenrand des 3. bis 5., zuweilen auch den des 6. Bauchschildes, der mit oder ohne Unterbrechung nach hinten in die unbedeutend höher gelegene Reihe matt grauvioletter Flecken übergeht, die am oberen Ende des aufsteigenden Teiles aller übrigen Ventralia und Subcaudalia, und zwar je einer auf jedem Schilde liegen. Diese Flecken nehmen gegen das hintere Körperende allmählich an Umfang, namentlich an Höhe ab und fließen häufig am hinteren Teile des Rumpfes, stets aber am Schwanze zu einer Längsbinde zusammen, die auf letzterem sich linienförmig verschmälert.

An diese Fleckenreihe schließt sich unmittelbar nach oben eine Reihe heller Fleckchen an, die zum Teile noch am Rande des aufsteigenden Astes der Ventralia sowie der Subcaudalia und zum Teile auf der unteren Hälfte der untersten Schuppenreihe des Körpers liegen, erst deutlich in einiger Entfernung hinter der Halsgegend beginnen und gleich den Flecken der unteren dunklen Reihe noch vor dem hinteren Rumpfende und am Schwanze zu einem linienförmigen Streifen zusammenfließen. Die flache Unterseite des Rumpfes ist bei älteren Exemplaren selten, bei jüngeren häufiger einfarbig gelb, die des Schwanzes grau. In der Regel liegen auf den vorderen Bauchschildern in ungleichen Abständen voneinander intensiv schwarzbraune Querbinden, die sich hie und da zuweilen in zwei Hälften trennen. Hierauf folgen nach hinten durch weitere Auflösung eine mehr oder minder geringe Anzahl gerundeter dunkler Flecken; auf

[1] Auch bei den 3 im Wiener Museum befindlichen Exemplaren von Darjeeling und Pegu aus Stoliczka's Sammlung liegen 19 Schuppen querüber in der Gegend der größten Rumpfhöhe und 19 bis 21 am Nacken.

dem restlichen, doch weitaus größten Teile der Bauchseite endlich liegen verschwommene, dunkel grauviolette Pünktchen in mehr minder großer Menge zerstreut, die am hinteren Rande der Ventralia sich bei manchen Exemplaren besonders dicht aneinander drängen.

Bei völliger Übereinstimmung mit den soeben beschriebenen Exemplaren in der Zahl und Größe der Kopfschilder, der Schuppenreihen des Rumpfes, der Ventralia und Subcaudalia glaube ich ein in der Grundfärbung des Rumpfes und in der Zeichnung desselben abweichendes Exemplar von Suisharyo, welches auf Tafel III abgebildet ist, als eine Abart von *Pseudoxenodon macrops* als var. *sauteri* unterscheiden zu sollen.

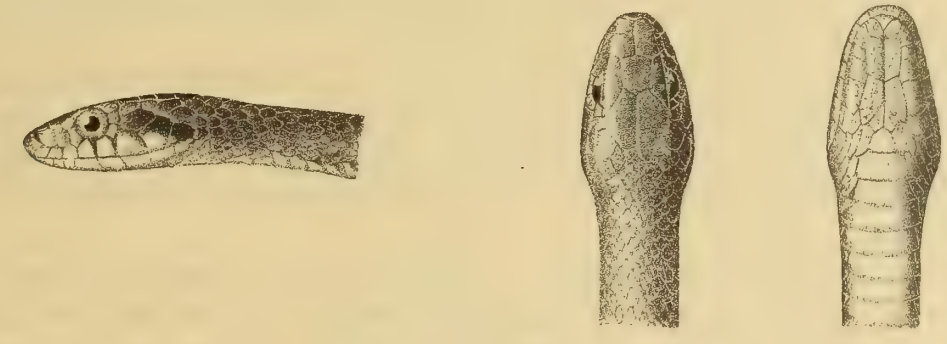
Bei diesem Exemplare ist die Oberseite des Kopfes, der Rücken sowie die Seiten des Rumpfes mattbraun. In der Nackengegend macht sich die etwas dunklere, gleichförmige Zeichnung nur wenig bemerkbar.

Hierauf folgen am Rücken zuerst einige, nur 2 bis 3 Schuppenlängen einnehmende, nicht scharf hervortretende dunkelbraune Querbinden von mäßiger Breite, die etwas schmäler als die sie trennenden Zwischenräume (von der Grundfarbe des Rückens) sind. Die nächstfolgenden Querbinden nehmen allmählich an Länge ab und ändern in der hinteren Längenhälfte des Rumpfes auch ihre Form, indem sie sich bogenartig derart krümmen, daß auf einen nach vorne konvexen Querbogen ein nach vorne konkaver Bogen folgt. Kurz vor dem hinteren Rumpfende verschwinden sie vollständig.

Alternierend mit diesen Rückenbinden folgt nach unten an den Seiten des Rumpfes eine Reihe mehr minder rundlicher dunkelbrauner Flecken, die dort, wo die Rückenzeichnung eine bogige Form annimmt, den zwischen je aufeinanderfolgenden Bogen gelegenen Zwischenraum (von der Grundfarbe des Rückens) nach unten mehr minder unvollständig abschließt.

Eine dunkle, etwas schräg gestellte Binde zwischen dem hinteren Augenrande und dem Mundwinkel, über dieser eine helle Zone; eine Reihe grauvioletter Fleckchen am aufsteigenden Teile der Ventralia und Subcaudalia und unmittelbar darüber eine Längsreihe heller Flecken, welche beide Fleckenreihen zirka von der Längenmitte des Rumpfes an eine zusammenhängende Längslinie bilden; endlich im vorderen Längendrittel des Rumpfes auf der Bauchfläche, vom 6. oder 7. Ventrale an, eine Anzahl dunkelbrauner Querbinden, die dann weiter zurück sich querüber in zwei Hälften trennen und zuletzt sich in Flecken auflösen wie

Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.



Pseudoxenodon macrops.

Fig. 5. Seitliche, Fig. 6. Untere, Fig. 7. Obere Ansicht des Kopfes in natürl. Größe.

bei typisch gezeichneten Exemplaren von *Pseudoxenodon macrops*. Bei var. *sauteri* fehlen somit nur die für den Typus von *Ps. macrops* so charakteristischen quergestellten hellen ovalen Flecken oder kurzen Querstreifen des Rumpfes.

Das hier beschriebene Exemplar der Var. *sauteri* ist 675 *mm* lang bei einer Schwanzlänge von 146 *mm*. Ventralia 152; Subcaudalia 65. Schuppen in der Nackengegend in 19, im mittleren Teile der Rumpflänge in 20 Reihen.

Analschild geteilt.

Die Zahl der Ventralia schwankt bei den aus Formosa bekannten Exemplaren von *Pseudoxenodon macrops* zwischen 150 bis 162 (bei den im Britischen Museum befindlichen Exemplaren aus den Himalaya-

gegenden, dem südwestlichen China und von Burma nach Boulenger zwischen 158 bis 173), die der Subcaudalia zwischen 61 bis 74 (bei den erwähnten Exemplaren des Britischen Museums zwischen 55 bis 75).

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia	Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia
♂ 822 *mm*	172 *mm*	154	66	♂ 517 *mm*	95 *mm*	155	62
♀ 810	160	157	62	♂ 346	61	155	66
♀ 800	145	157	62	♂ 271	50	151	61
♀ 777		162		♂ 303	65	150	74
♀ 730	122	159	64	265	60	150	68

Thom. Barbour beschreibt in »Bull. of the Museum of comparat. Zool. at Harvard College«, Vol. 51, p. 317 bis 318 (1908), eine neue *Pseudoxenodon*-Art, *Ps. stejnegeri*, nach einem einzigen Exemplar von Mt. Arizan in Zentralformosa. Diese Art unterscheidet sich angeblich von *Ps. dorsalis* Gth., welche Barbour für die nächstverwandte Art hält, durch das Vorkommen von 2 Präocularia, in der Zahl der Ventralia (153), Subcaudalia (60) und in der Zeichnung, während sie doch nach der Zahl der Ventralia, Subcaudalia sowie insbesondere nach den Schuppenreihen des Rumpfes genau mit *Ps. macrops* Blyth. übereinstimmt, somit mit dieser Art zunächst verglichen werden sollte.

Bei *Pseudoxenodon stejnegeri* Barb. sind wohl wie bei *P. dorsalis* Blgr. nur ein Präoculare entwickelt, doch zeigt die bei einigen wenigen formosanischen Exemplaren unserer Sammlung von *P. macrops* bemerkbare Furchung längs der Höhenmitte des Präoculare die Disposition zu einer Trennung in zwei Hälften.

Da auch bei der hier beschriebenen Var. *sauteri* die schmalen hellen Querbinden oder Flecken am Rücken nicht entwickelt oder erloschen sind, fehlt somit bei dem als *Ps. stejnegeri* unterschiedenen Exemplare von Mt. Arizan in Zentralformosa überdies die bei dem mir vorliegenden Exemplare der Var. *sauteri* noch mehr minder deutlich erhaltene dunkle, vordere und hintere Einfassung der erloschenen gelben Rückenflecken, während bei letzterer Abart, wie bei *Ps. stejnegeri*, die Reihe der dunkleren Seitenflecken erhalten bleibt.

Ich halte es daher für sehr wahrscheinlich, daß *P. stejnegeri*, dessen Abbildung und Beschreibung in »Proc. New Engl. Zool. Club«, Vol. IV, p. 67, pl. 7, Fig. 8 (1909), mir leider nicht zugänglich ist, nur als eine weitere Abart von *P. macrops* zu deuten sei, da sie wie diese Art in der Nackengegend 19, in der Mitte der Rumpflänge 17 Schuppenreihen zeigt und die Zahl der Ventralia 153, die der paarigen Subcaudalia 68 beträgt.

In »Ann. & Mag. Nat. Hist.«, Ser. 7, Vol. 13, p. 134 (1904), beschreibt Dr. Boulenger eine neue *Pseudoxenodon*-Art nach Exemplaren von China als *Ps. sinensis*, die sich von *P. macrops* durch die geringere Anzahl von Ventralschildern (144 bis 158, gegen 160 bis 175 bei *P. macrops*) und das häufige Vorkommen von nur 7 Supralabialia unterscheiden soll. Da aber bei den von mir untersuchten ebenso großen formosanischen Exemplaren von *Ps. macrops* die Zahl der Ventralia zwischen 154 und 162 schwankt, bei jungen Individuen sogar nur 150 bis 155 beträgt, die Rumpfschuppen wie bei *Ps. sinensis* in der Regel in 17 Längsreihen liegen und zuweilen auch 3 Supralabiala entwickelt sind, läßt sich keine scharfe Grenze zwischen diesen beiden Arten ziehen. Dem Mangel von dunklen viereckigen Flecken im vorderen Teile der Bauchseite kann wohl kaum die Bedeutung eines speziellen Unterscheidungsmerkmales beigelegt werden, zumal wenigstens bei einigen jungen und wenigen alten Exemplaren von *P. macrops* (aus Formosa) der Wiener Sammlung die Bauchseite gleichfalls vollkommen ungefleckt ist. Nebenbei sei bemerkt, daß die nunmehr zu *Ps. sinensis* Blg. bezogene Exemplaren von Kia-ting-fu aus der Sammlung Pratt früher von Dr. Günther und Dr. Boulenger selbst zu *Ps. macrops* bezogen worden waren (s. Catal. of Snak. Brit. Mus., Vol. I, p. 271).

9. Dinodon rufozonatus (Cant.).

Lycodon rufozonatus Cantor, Zool. Chusan, pl. XI (1840).
Dinodon cancellatum D. B., VII, p. 447 (1854).
— *rufozonatus* Peters, Sitzb. Ges. naturf. Freunde, 1881, p. 89, Blgr.
— — var. *formosana* Böttg., Ber. Offenb. Ver. Nat., 24 bis 25, 1885, p. 124.
— *rufozonatum* Stejn., Herpet. of Japan, p. 358.
— — Masamitsu Oshima, Annot. Zool. Jap., Bd. 7, p. 1910 (»An Annot. List of Formos. Snakes«).

Über ganz Formosa verbreitet. Das Wiener Hofmuseum besitzt zahlreiche Exemplare von Kosempo, Suishario, Kankau und Kanshirei, das Museum in Taihoku (oder Taipeh) von Horisha, Shinko, Taihoku und Banshiro, Kagi. Die von uns untersuchten Exemplare sind 355 bis 1030 *mm* lang. Das Rostrale greift dreieckig auf die Oberseite des Kopfes über und schiebt sich zwischen die Internasalia ein, deren Sutur, hiedurch verkürzt, viel kürzer als die der viel größeren Präfrontalia ist.

Frontale ebenso lang wie breit oder nur unbedeutend länger als breit, ebenso lang oder merklich kürzer als sein Abstand vom vorderen Kopfende und viel kürzer als die Parietalia, die am hinteren Rande abgestutzt sind.

1 Prä-, 2 Postocularia. Das Loreale ist mehr minder bedeutend länger als hoch und beteiligt sich bei keinem der von uns untersuchten Exemplare aus Formosa an der Bildung des vorderen Augenrandes.

2 + 3 Temporalia; das obere der Temporalia in der 2. Reihe ist kleiner als die nach unten folgenden Temporalia derselben Reihe und zugleich viel kürzer als jedes der beiden Temporalia der 1. Reihe. Supralabialia jederseits 8. Nur bei 1 Exemplare sind links 9, rechts 8 Supralabiala entwickelt. In der Regel begrenzen das 3., 4. und 5. Supralabiale das Auge nach unten, und zwar das erste nur wenig mit seinem oberen hinteren spitzen Ende. Seltener bilden nur das 4. und 5. oder das 5. und 6. Supralabiale den unteren Augenrand, Infralabialia 10, selten 11; das 1. Paar derselben stoßt hinter dem Mentale aneinander. 5 Infralabialia begrenzen das 1. Kinnschildpaar, welches etwas länger und breiter als das 2. ist. Nasale geteilt. Oberseite des Kopfes wie die Rumpfbinden nahezu tiefschwarz oder sehr dunkel grauviolett. Seitenabfall des Kopfes hell weißlichgrau oder weißlich mit einem Stich ins Gelbliche. Die vorderen Supralabialia sind zuweilen seitlich dunkel gerandet. Ein schmaler Ausläufer der dunklen Färbung der Oberseite des Kopfes zieht über die Postocularia schräge zum Mundwinkel und ein 2. viel breiterer von der hinteren Längenhälfte des Außenrandes der Parietalia schräge nach hinten und unten zur Halsgegend herab.

Die vorderste, am Nacken gelegene Rumpfbinde ist größer als die übrigen und am vorderen Rande oval gerundet. Bei jungen Individuen reicht sie jedoch zuweilen durch einen spitzwinkeligen medianen Ausläufer bis zum hinteren Ende der Parietalia; in der Regel aber trennt die Nackenbinde eine schmale bogige Zone scharf von der hellen Grundfarbe der Rumpfseiten und von der schwärzlichen Oberseite des Kopfes.

Die auf die Nackenbinde folgenden gleichfalls schwärzlichen viereckigen Rückenbinden nehmen unter sich nur unbedeutend an Größe ab oder auch zu; erst kurz vor dem Beginne des Schwanzes werden sie bis zur Schwanzspitze regelmäßig und rascher kleiner. Die Zahl der Rückenbinden, die durchschnittlich nur durch einen Zwischenraum von der Länge einer Schuppe voneinander getrennt sind, schwankt bei den von uns untersuchten 13 Exemplaren von Formosa zwischen 55 bis 62 am Rumpfe und 26 bis 35 am Schwanze, somit im ganzen zwischen 82 bis 97.

Auf diese mediane Reihe großer Flecken und mit ihnen alternierend folgt nach unten eine zweite Reihe kleiner Flecken, die unter sich an Größe und Form variieren, bis auf die unterste Schuppenreihe des Rumpfes herabreichen und am Beginne des Schwanzes verschwinden.

Auf dem aufsteigenden Aste des bei weitem größten Teiles der Ventralia liegt je ein dunkel grauvioletter Fleck, der nicht auf die ganz einfärbige, helle Bauchfläche des Rumpfes übergreift, während am ganzen Schwanze die entsprechenden Flecken der Subcaudalia sich auch über die Unterseite des Schwanzes erstrecken und mit der entgegengesetzten Seite entweder vollständig zu einer Querbinde vereinigen oder nur durch eine zarte helle Linie an der Unterseite des Schwanzes voneinander getrennt erscheinen. Bei jungen

Individuen sind nur am aufsteigenden Aste der vordersten Ventralia vereinzelte Spuren von dunklen Fleckchen bemerkbar.

Rumpfschuppen in 17 Reihen. Im hintersten Teile des Rumpfes sind die Schuppen der mittleren 3 Längsreihen sehr schwach gekielt, wie schon Stejneger in seiner großen Abhandlung über die Herpetologie Japans (p. 359) hervorhebt.

Ventralia: 192 bis 216 (bei den von Masamitsu Oshima untersuchten Exemplaren von Ako, Koshun und Kagi 190 bis 205). Subcaudalia: 79 bis 87 (nach den Exemplaren des Formosaner Museums 61 bis 86).

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia	Mediane Querbinden am	
				Rumpfe	Schwanze
785 *mm*	180 *mm*	199	79	56	26
870	200	204	86	58	28
♂1022	220	204	84	—	—
♀1020	220	205	87	62	32
772	163	200	86	62	35
355	75	212	84	55	33?

10. Dinodon septentrionalis Gthr.

Var. **ruhstrati** Fischer.

7 Exemplare von Suishario und Kosempo bis zu 1030 *mm* Länge.

Rostrale breiter als hoch, von oben nur wenig sichtbar. Sutur zwischen den Internasalia kürzer als die zwischen den Präfrontalia. Frontale ein wenig länger als breit, ebenso lang wie sein Abstand vom vorderen Kopfende, kürzer als die Parietalia, deren Länge ihrem Abstande vom vorderen Kopfende gleicht. Nasale geteilt. Loreale länger als hoch. 1 Präoculare, den vorderen Augenrand bildend. 2 Postocularia. Temporalia 2 + 3, selten 2. Oberlippenschilder 8, das 3., 4. und 5. das Auge nach unten begrenzend. In der Regel ist das 2. Paar der Kinnschilder ebenso lang wie das vordere oder nur unbedeutend kürzer. 5 Infralabialia liegen am Außenrande des ersten Kinnschildpaares.

Schuppen in 17 Reihen, von denen die der 3 bis 4 unteren Längsreihen nicht gekielt sind. Ventralia 212 bis 233. Subcaudalia 104 bis 116, nach Masamitsu Oshima bei Exemplaren von Shinchiku und Koroton 81 bis 103.

Anale ungeteilt.

Die Oberseite des Kopfes ist bei erwachsenen Individuen bis zum hinteren Ende desselben mehr minder intensiv schokoladefarben, zuweilen ebenso dunkel wie die Nackenbinde und in vielen Fällen heller braun gesprenkelt.

Abweichend hievon ist bei einem jungen Exemplare von Suishario nur die vordere Hälfte der Oberseite des Kopfes bis zum hinteren Ende des Frontale und bis zum hinteren Rande der Supraorbitalia tief schwarzviolett wie die Rückenbinde, die hintere Hälfte der Kopfoberseite perlgrau und nach vorne wie nach hinten scharf abgegrenzt.

Bei einem Exemplare von Kosempo ist die Oberseite des Vorderkopfes dunkelviolett, die des Hinterkopfes heller bräunlich. Supralabialia gelblich, am Seitenrande dunkel gesäumt.

Rumpf und Schwanz oben und seitlich mit zahlreichen, intensiv braunvioletten Querbinden, die in dem vorderen, weitaus größten Teile der Rumpflänge nur bis auf den aufsteigenden Teil der Ventralia, weiter zurück gegen das Rumpfende zu sich ein wenig über die Unterseite des Rumpfes ausdehnen oder daselbst durch dunkle Fleckchen ersetzt werden, während am Schwanze selbst die Rückenbinden in der Regel auf die Bauchseite ihrer ganzen Breite nach übergreifen und geschlossene Ringe bilden.

Von den Rumpfbinden ist die vorderste, die Nackenbinde weitaus am größten und längsten; die nächstgelegenen 4 bis 5 Querbinden nehmen ziemlich gleichförmig rasch, die hierauf folgenden Rückenbinden aber nur sehr wenig an Umfang ab, während sie zugleich allmählich weiter auseinanderrücken, so daß am hinteren Teile des Rumpfes die Rückenbinden schmäler als die sie trennenden Zwischenräume sind.

Die Seitenränder der Rückenbinden mit Ausnahme der vordersten sind mehr minder stark ausgezackt oder eingeschnürt. Diese Einschnürungen führen bei manchen größeren Exemplaren zur völligen Trennung des seitlich gelegenen Teiles der Rückenbinden in 1 bis 2 selbständige, übereinander gelagerte Fleckenreihen, in welch letzterem Falle die Flecken der oberen Reihen mehr minder langen und ziemlich niedrigen Längsstrichen gleichen, während die Flecken der unteren Reihe häufig eine rundliche oder längsovale Form zeigen und der Höhe nach sich nur über den aufsteigenden Teil der Ventralia und die unterste Schuppenreihe des Rumpfes ausbreiten, hie und da auch gänzlich verschwinden.

Zwischen den Rückenbinden, und mit ihnen alternierend, ist endlich eine Reihe dunkler runder Flecken entwickelt, die wie der unterste, manchmal abgelöste Teil der Rückenbinde nur über den aufsteigenden Teil der Ventralia und die darüberliegende Schuppenreihe sich hinzieht, jedoch erst hinter den ersten Rückenbinden beginnt und am Schwanze fehlt.

Die schmalen Zwischenräume zwischen den vorderen Rückenbinden sind einfarbig hellperlgrau oder schmutzigweißlich; weiter zurück werden sie, wie schon erwähnt, allmählich breiter und der ganze mittlere Teil derselben nimmt eine mehr minder dunkle mattgraue oder braunviolette Färbung an, die durch die Aneinanderhäufung oder dichte Sprenkelung mit dunkeln Punkten veranlaßt wird, die allmählich die helle Grundfarbe bis auf eine linienförmige Umrandung der Rückenflecken verdrängen kann.

Bei einem großen Exemplare von Suishario ist die auffallend lange Nackenbinde bis auf einen schmalen medianen Rückenstreif und bei einem zweiten Exemplare vom gleichen Fundorte vollständig in 2 Längshälften gespalten; es sind zugleich die 2 bis 3 folgenden Rückenbinden verhältnismäßig kürzer als bei allen übrigen Exemplaren und bei dem ersteren Exemplare mit nicht vollständig getrennter Nackenbinde und auffallend kurzer 2. Binde nehmen zugleich die Rückenbinden von der 2. bis zur 4. ziemlich rasch an Größe zu statt ab.

Die Zahl der Rückenbinden schwankt zwischen 38 bis 41, die der Schwanzbinden zwischen 22 bis 25.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia	Querbinden	
				am Rumpfe	am Schwanze
♀ 1030 *mm*	241 *mm*	233	104	38	24
670	165	212	107	41	22
♀ 880	222	216	116	38	24
♀ 673	167	127	105	38	25

11. Zoacys nigromarginatus (Blyth.) Gthr.

6 Exemplare von Kosempo, Taihorin und Kankau. Die oberen 4 bis 6 Schuppenreihen des Rumpfes mit Ausschluß der Halsgegend gekielt.

Rostrale breiter als von oben sichtbar. Nasale geteilt. Ein Loreale länger als hoch. Sutur zwischen der Internasalia kürzer als die zwischen den Präfrontalia. Frontale an Größe variabel, bei 1 Exemplare gleicht die Breite desselben am Vorderrande seiner Länge; bei anderen ist das Frontale länger als breit, ebenso lang oder kürzer als die Parietalia, ferner ebenso lang oder ein wenig kürzer als sein Abstand vom vorderen Kopfende.

1 Präoculare und unter diesem ein kleines Suboculare, 2 Postocularia. Temporalia 2 + 2, das untere Temporale der 2. Reihe der Länge nach geteilt. 8 bis 9 Supralabialia, das 4. und 5. oder das 5. und 6. an das Auge stoßend. 4 bis 5 oder 5 bis 6 Infralabialia begrenzen das vordere Kinnschildpaar, welches kürzer als das hintere Paar ist. Schuppenreihe 16. Anale geteilt. Subcaudalia paarig.

Diese Art war bisher nicht aus Formosa bekannt. Ventralia bei den formosanischen Exemplaren: 195 bis 204, Subcaudalia: 135 bis 144.

Körperzeichnung normal, doch verschwinden die beiden seitlichen dunkelbraunen Längsbinden allmählich nach oder selbst vor der Längenmitte des Rumpfes.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia
♂ 2110 *mm*	675 *mm*	197	144
♂ 1478	503	204	135
♀ 1170	385	195	139
♀ 1565 (mit Stummelschw.)	415 (Stummelschw.)	195	(88)

L. Stejneger führt auch fide Werner *Zoacys dhumnades* als eine auf Formosa (bei Tamsui) vorkommende Art an; die uns von Sauter eingesendete herpetologische Sammlung aus Formosa enthält kein Exemplar dieser Art, die sich übrigens von *Z. nigromarginatus* nur durch die geringere Anzahl der Subcaudalia unterscheidet (!), die aber bekanntlich mehr minder variabel ist. Nach D. Boulenger kommen auch bei *Z. dhumnades* (2 bis) 4 Reihen gekielter Schuppenreihen am Rücken vor gegen 4 bis 6 bei *Z. nigromarginatus*. Zahl der Ventralia bei *Z. dhumnades* nach den bisher untersuchten Exemplaren 187 bis 199, die der Subcaudalia 96 bis 120. Ventralia bei *Z. nigromarginatus*: 190 bis 205, Subcaudalia: 123 bis 144.

Meiner Meinung nach könnten daher diese beiden Arten in eine einzige Art (*Z. dhumnades* Cant.) vereinigt werden.

12. Zamenis (Ptyas) korros (Schleg.).

3 Exemplare von Kosempo, Kankau und Taihorin. Nur bei einem dieser Exemplare ist der Schwanz vollständig, bei den 2 anderen verstümmelt.

Lorealia 2 bis 3 ($1 + {}^1/_1$). Nasale geteilt. Frontale ebenso lang wie sein Abstand vom vorderen Kopfende, etwas mehr als $1^1/_2$ mal länger als breit, kürzer als die Parietalia. Supralabialia 8, das 4. und 5. ans Auge stoßend, 1 bis 2 Prä-, 1 Suboculare, 2 Postocularia, Temporalia 2 + 2. Rostrale breiter als hoch, von oben sichtbar.

Schuppen in 15 Reihen. Anale geteilt.

V. 261 bis 168. Subc. bei dem intakt erhaltenen Exemplare 121.

13. Zamenis mucosus (Lin.) Blgr.

Coluber mucosus Linn., S. N. I, p. 388 (1766).

Natrix mucosus Laur., Syn. Rept., p. 77 (1768).

Coryphodon blumenbachii D. B., Erpét. gén., VII, p. 184 (1854).

Ptyas mucosus Cope, Proc. Ac. Phil., 1860, p. 563.

— — Gthr., Rept. Brit. Ind., p. 249 (1864).

Zamenis mucosus Blgr., Faun. Ind., Rept., p. 324 (1890).

Ptyas mucosus Stejn., Herpet. of Japan in »U. St. N. Mus. Bullet 58«, p. 345 (1907).

Masamitsu Oshima, An Annotated List of Formosan Snakes in Annot. Zool. Jap., Tokyo, VII, p. 194 (1910).

Zamenis mucosus Böttg., Kat. Schl. Mus. Senckenberg, 1898, p. 41.

— — Werner, Neue oder seltene Rept. und Frösche, Mitt. aus d. Nat. Mus., 2. Beiheft zum Jahrb. der Hamb. Wissensch. Anst., XXX, p. 46 (1913).

Von dieser Art wurde dem Wiener Museum durch H. Sauter kein Exemplar eingesendet. Das britische Museum besitzt je 2 auf Formosa von Swinhoe gesammelte Exemplare, das Museum Senckenbergianum in Frankfurt 1 Exemplar von Taiwan-fu in Südformosa, das Museum in Taihoku (Taipeh) Exemplare von Koshun, Kagi, Korisha und Hoppo, das Museum in Hamburg Exemplare von Kosempo (Koll. Sauter).

14. Coluber porphyraceus Cant.

Elaphe porphyracea V. Denb., Proc. Calif. Acad. (4), Vol. III, p. 53 (1909).

— — Stejn., Proc. U. St. Nat. Mus., Vol. 38, p. 105 (1910).

Liopeltis kawakami Masamitsu Oshima, Annot. Zool. Jap., Tokyo, Vol. 7, p. 193 (1910).

Zahlreiche Exemplare von Kosempo, Taihorin, Alikang, Suishario und Fushoho bis zu einer Totallänge von 1060 *mm*. Das Museum von San Francisco in Kalifornien erhielt gleichfalls durch Sauter Exemplare von Kanshirei, Shinchiku und Giran (Formosa).

Kopf nicht deutlich vom Rumpfe abgesetzt, durchschnittlich 2mal länger als breit. Rostrale mehr als $1^1/_2$ mal breiter als hoch, von oben sichtbar. Nasale geteilt. Sutur zwischen den Internasalia viel kürzer als die zwischen den Präfrontalia. Die Länge des kleinen Auges gleicht $^1/_3$ seines Abstandes vom vorderen Kopfende.

Frontale länger als breit, ebenso lang oder unbedeutend länger als sein Abstand vom vorderen Kopfende. Präoculare mit seiner oberen Spitze mit dem Frontale in Berührung.

2 Postocularia. Temporalia 1 + 2. Oberlippenschilder 8, das 4. und 5. begrenzt das Auge nach unten. 18 Infralabialia. 4 bis 5 Infralabialia am Seitenrande des ersten Kinnschildpaares, welches etwas länger als das hintere Paar ist. Schuppen glatt, in 19 Längsreihen. Anale geteilt.

Der am hinteren Augenrande beginnende dunkle Längsstreif zieht sich bei den meisten der von uns untersuchten Exemplaren aus Formosa ununterbrochen bis zum hinteren Schwanzende fort, löst sich jedoch zuweilen bei alten Exemplaren am Rumpfe in eine Reihe von punktartigen Fleckchen auf, die dicht gedrängt nebeneinander liegen oder durch mehr oder minder kurze Zwischenräume voneinander getrennt sind. Nur bei wenigen Individuen setzt sich der Augenstreif bis zur 2. oder 3. Querbinde des Rumpfes fort.

Die Zahl der Querbinden am Rumpfe beträgt 12 bis 13, die der Schwanzbinden 4 bis 5.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia
♂ 1060 *mm*	191	203	61
♂ 1006	192	210	74
♂ 825	150	214	69

15. Coluber taeniurus (Cope) Blgr.

Elaphis taeniurus Cope, Ac. Philad., 1860, p. 565.

Elaphe taeniura Stejn., Herpet. Japan, 1907, p. 310.

Ein junges Exemplar, ♂, von Suishario, ein völlig erwachsenes Exemplar, ♀, 1960 *mm* lang, von Byoritsu.

Bei dem kleineren Exemplare von 497 *mm* Länge ist das Rostrale bei oberer Ansicht des Kopfes nur sehr wenig, bei dem großen aber verhältnismäßig bedeutender sichtbar, stets breiter als hoch. Die Sutur zwischen den Internasalia ist zirka 3mal kürzer als die zwischen den Präfrontalia und das Frontale bei dem

kleinen Individuum ebenso lang, bei dem großen merklich kürzer als sein Abstand von dem vorderen Kopfende.

Das Präoculare steht nur bei dem großen Exemplare in Berührung mit dem Frontale, nicht bei dem jungen Individuum. Das kleine Subpräoculare liegt über dem 4. und 5. Supralabiale. 2 Postocularia.

Supralabialia 9, bei dem alten Exemplare auf der linken Kopfseite 10, von denen das 5. und 6., respektive 6. und 7. das Auge nach unten begrenzen. Temporalia 2 + 3 bei dem jungen Exemplare, nur 1 + 2 rechts (durch Verschmelzung der Schilder), links 2 + 3 bei dem alten Exemplare. 5 Infralabialia mit dem 1. Kinnschildpaare in Berührung.

Bei dem kleinen Exemplare liegen die Rumpfschuppen in 23, bei dem großen in 25 Längsreihen. Analschild geteilt.

Eine tiefschwarze Binde zieht von dem hinteren Rande des Loreale nach hinten bis zur Mundwinkelgegend. Eine paarige Reihe schwarzer, gestreckt rhombenförmiger oder unregelmäßig ovaler Flecken mit größerem Längsdurchmesser beginnt hinter der Halsgegend im oberen Teile der Rumpfseiten; sie sind mit einander durch eine Querlinie von gleicher Färbung verbunden. Noch vor Beginn des 2. Längendrittels des Rumpfes werden sie allmählich kleiner und verschwinden zuletzt im letzten Längendrittel des Rumpfes, während die mit ihnen alternierenden Flecken der unteren Seitenreihe des Rumpfes allmählich größer und viereckiger werden, daher näher aneinanderrücken, so daß sie zuletzt am Rumpfe nur durch helle quere Linien voneinander getrennt werden, an den Seiten des Schwanzes aber vollständig zu einer Längsbinde zusammenfließen.

Die unterste Schuppenreihe oder diese nebst der unteren Hälfte der über ihr gelegenen Schuppenreihe ist heller als der übrige Teil der Körperseiten gefärbt und trägt kleine dunkle unregelmäßige Fleckchen, die bereits vor dem hinteren Ende des Rumpfes völlig verschwinden, so daß von hier an sowie längs der ganzen Caudale die untere Fleckenreihe der Körperseiten wie durch einen hellgrauen Streif von dem oberen Rande der Bauchschilder getrennt erscheint.

An dem aufsteigenden Teil der Bauchschilder liegen im vorderen Teile der Rumpflänge schwarze viereckige Flecken von der Länge 1. bis 3. Schilderlängen, weiter zurück werden diese Flecken allmählich länger und fließen zuletzt noch vor dem hinteren Rumpfende vollständig zu einer schwärzlichen Längsbinde zusammen. Der mittlere Querteil der Ventralia zeigt bei dem jungen Exemplare nur im vordersten Teil des Rumpfes einige verschwommene, grauviolette Fleckchen; bei dem großen Exemplare sind letztere über die ganze mittlere Bauchfläche unregelmäßig verteilt, fehlen jedoch an der Unterseite des Schwanzes vollständig wie bei dem kleinen Exemplare.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia
♂ 497 *mm*	107 *mm*	246	110
♀ 1960	450	250	104

16. Coluber phyllophis Blgr.

Phyllophis carinata Gthr. Rept. of Brit. India, p. 295, pl. XXI, Fig. *B.*
Coluber phyllophis Blgr., Ann. u. Mag. N. Hist., Ser. 6, Bd. VII, 1891, p. 280.
Elaphe carinata Stejn., Herpet. Japan, 1907, p. 302.

Ein Exemplar von Kosempo, ♂, 800 *mm* lang.

Rostrale breiter als hoch, bei oberer Ansicht des Kopfes deutlich sichtbar. Internasalia ebenso lang wie breit. Sutur zwischen denselben ebenso lang wie die zwischen den Präfrontalia. Frontale zirka $1^1/_3$ mal länger als breit, kürzer als die Parietalia und ebenso lang wie sein Abstand von dem vorderen Kopfende. Nasale undeutlich halb geteilt. 1 Prä-, darunter 1 Suborbitale, 2 Postorbitalia. Augendurchmesser halb so lang wie die Schnauze.

Supralabialia 8, das 4. und 5. unter dem Auge, 11 Infralabialia. Vorderes Paar der Kinnschilder ebenso lang wie das hintere Paar und von 5 Infralabialia jederseits umrandet.

Anale geteilt. 23 Schuppenreihen am Rumpfe. Schuppen der untersten Reihe nicht, die vorletzten schwach, die Schuppen der übrigen Reihen stark gekielt.

Supra- und Infralabialia seitlich scharf dunkelgerandet, oben und seitlich schmutzig-semmelfarben, unten gelblich. Schwache Spuren von dunkleren schmalen Querbinden, durch dunkle Umrandung einzelner Schuppen gebildet, am vorderen Teile des Rückens. Eine dunkle Längslinie auf der 4. Schuppenreihe über den Ventralia. Bauchrand stumpf gekielt. Ein dunkles Fleckchen am aufsteigenden Teil jedes Ventralschildes. Etwas kleinere dunkle Flecken liegen unregelmäßig auf dem ganzen mittleren Teil der Ventralia, namentlich im vorderen Teile der Rumpflänge zerstreut. Der hintere Rand der letzteren Ventralia des Rumpfes und der der Subcaudalia ist bei dem vorliegenden Exemplare äußerst schwach, undeutlich dunkel gerandet.

Totallänge: 800 *mm*, Schwanzlänge: 17, Ventralia: 214, Subcaudalia: 94.

Da Stejneger den Gattungsnamen *Coluber* Lin. für *Vipera* reserviert wissen will, schlägt er gleich Collett für die *Coluber*-Arten (im Sinne Boulenger's) den von Fitzinger im Jahre 1833 gewählten Gattungsnamen *Elaphe* (= *Elaphis* Bonap. 1840) für *Phyllophis carinata* Gthr. vor, so daß der Speziesname Günther's bei *Elaphe* beibehalten werden kann, während der Speziesname »*carinatus*« für *Phyllophis carinata* Gthr. bei Auflassung der Gattung *Phyllophis* und Einbeziehung derselben zur Gattung *Coluber* (Linné pt., Wagler, Boie, Schl., Gthr., Blgr.) nicht zulässig ist, da Linné bereits eine andere Art als *Col. carinatus* beschrieben hat.

17. Holarchus formosanus (Gthr.).

Simotes formosanus Gthr. Ann. Mag. N. H. (Ser. 4), Vol. IX, 1872, p. 20.
— — Blgr., Cat. Snak. Brit. Mus. II, p. 222, Pl. VIII, Fig. 2.
— *hainanensis* Böttg., Ber. Senckenb. Gesellsch. 1894, p. 133, Taf. III, Fig. 2.
Holarchus formosanus Stejn., Herpet. of Japan, p. 354.

12 Exemplare von Kosempo und Kankau. Das größte derselben, ein ♂, 645 *mm* lang.

Nasale geteilt, Analschild ungeteilt.

Rostrale auf die Oberseite des Kopfes weit übergreifend, dreieckig, zirka ebenso hoch wie breit. Supralabialia 7 bis 8, das 4. und 5., bei 2 Exemplaren auf einer Kopfseite nur das 4., bei 1 Exemplare rechts das 4. und 5., links das 3. und 4. Supralabiale an das Auge stoßend. Bei einem Exemplare reicht das 6. der 7 Supralabialia beiderseits nicht bis zum oberen Mundrande hinab. Frontale ebenso lang oder ein wenig länger als sein Abstand vom vorderen Kopfende, ebenso lang oder unbedeutend kürzer als die Parietalia, und zirka 2mal so breit wie das Supraorbitale.

Sutur zwischen den Internasalia durchschnittlich nur halb so lang wie die zwischen den Präfrontalia; 1 bis 2 Prä-, 2 Postocularia; Temporalia 1 + 2. In der Regel jederseits 4, selten 3 und 4 oder jederseits 3 Infralabialia in Berührung mit dem vorderen Paar der Kinnschilder, das um vieles kürzer als das hintere Paar ist.

Schuppen in 19 Reihen.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia	Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia
♂ 645 *mm*	122 *mm*	162	54	♀ 520 *mm*	79 *mm*	165	45
♀ 569	86	157	43	♀ 553	103	156	51
♀ 499	75	167	46	505	80	173	47
♂ 445	70	161	46				

In der Regel zieht längs der Rückenlinie ein goldgelber Längsstreif hin, der bei einzelnen Exemplaren sich ziemlich scharf von der braunen Grundfarbe abhebt.

Die Zahl der ausgezackten schmalen Querbinden des Rumpfes, meist nur durch die dunkle Umrandung einzelner Schuppen gebildet, ist sehr groß, oft bis zu 80 am Rumpfe; sie verschwinden häufig am Schwanze vollständig.

Bei manchen Exemplaren ist jede 3. oder 4. Querbinde des Rumpfes merklich breiter und intensiver gefärbt als die dazwischen gelegenen Querbinden.

Außer den eingangs angeführten formosanischen Localitäten kennt man *H. formosanus* noch von Takao, Tamsui, Taipa und Byoritsu auf Formosa.

18. Oligodon sauteri Steind.

(Akad. Anzeiger, Jahrg. 1918, Nr. 12, p. 219.)

Taf. I, Fig. 9 und 10.

Körperform sehr schlank; V. 259. Rumpfschuppen in 15 Reihen, Anale geteilt, ebenso das Nasale. 1 Prä-, 2 Postocularia. Loreale fehlend. Temporalia 1 + 1.

Rostrale breiter als hoch, bei oberer Ansicht des Kopfes nur wenig sichtbar. Die Sutur zwischen den Internasalia ist zirka $^1/_2$ so lang wie die zwischen den Interparietalia.

Das Frontale steht an Länge den Parietalia nach und ist etwas länger als breit; es ist ferner ebenso lang wie sein Abstand von dem vorderen Kopfende.

Supralabialia 7, das erste derselben sehr klein, das 6. am höchsten, das 7. etwas länger als das vorangehende. Das 3. und 4. Supralabiale bilden den unteren Augenrand.

6 Infralabialia; 2 Paare von Kinnschilden von gleicher Größe, 3 Infralabialia begrenzen seitlich das 1. Kinnschildpaar. Von den Subcaudalia sind bei dem zur Beschreibung vorliegenden Exemplare die 2 ersten ungeteilt, die übrigen 28 aber paarig.

Oberseite des Kopfes vom vorderen Ende etwa bis zur Längenmitte des Frontale fast schwarz, hierauf folgt eine breite schmutziggelbe bogige Querbinde, die seitlich etwas schräge über die aneinanderstoßenden Hälften des 1. und 2. Temporale sowie des 6. und 7. Supralabiale herabzieht und auch nach hinten breit schwärzlich gerandet ist. Von dieser schwärzlichen Umsäumung zieht eine breitere paarige Seitenbinde und eine unpaarige mediane schwärzliche Binde über den Rumpf und Schwanz bis zur Spitze des letzteren. Die Zwischenräume dieser Längsbinden sind dunkel kupferfarben.

Die untere schwärzliche Längsbinde der Rumpfseiten deckt die 2 unteren und die untere Hälfte der drittletzten Schuppenreihen und nimmt erst an den Seiten des Schwanzes an Höhe ab (um die Höhe einer Längsschuppenreihe). Die mediane Längsbinde des Rumpfes hat die Breite von $^1/_2$ $1^1/_2$ Schuppenreihen und wird an der Oberseite des Schwanzes um eine Schuppenbreite schmäler.

Seiten des Kopfes schmutziggelb mit einem schwärzlichen Fleck unter dem Auge und partieller schmaler schwärzlicher Umrandung einzelner Supra- und Infralabialia sowie der Kinnschilde.

Unterseite des Kopfes und Rumpfes gelb. Zahlreiche (zirka 68 bis 70), je 1 bis $2^1/_2$ Schuppen deckende Querbinden an der Unterseite des Rumpfes und 5 bis 6 an der des Schwanzes, der in eine zarte, stachelige Spitze ausläuft. Einige dieser Querbinden, namentlich die vordersten derselben, lösen sich unvollständig in 2 zueinander halb alternierende Hälften auf und die vorderste nächst den Kinnschildern ist zu einem großen ovalen Fleck umgestaltet.

V. 259. Subc. 30.

Totallänge des beschriebenen Exemplares: 510 *mm*, Schwanzlänge: 31 *mm*.

Fundort: Formosa, Suishario. Koll. H. Sauter.

19. Oligodon ornatus Van Denb.

(Proc. Calif. Acad. of Sc., Ver. IV, Vol. 3, p. 53, 1909.)

Holarchus torquatus konishii n. subsp. Masamisu Oshima, Annot. Zool. Jap. Tokyo, Vol. 7, p. 196 (1910).

Von dieser bisher nur in zwei Exemplaren bekannten Art erhielt das Wiener Museum 4 erwachsene Exemplare von Kosempo und 5 junge von Suishario; erstere sind 311 bis 480 *mm* lang.

Supralabialia 7, von denen das 3. und 4. den unteren Augenrand bilden und das 6., eingeschoben zwischen das 5. und 6. Supralabiale, lange nicht bis zum oberen Mundrand herabreicht, daher auch als 2. Temporale der ersten Reihe gedeutet werden könnte, von denen das obere an das untere der beiden Postorbitalia stoßt. Das Loreale ist durch das Präfrontale ersetzt, welches seitlich nach unten bis zum oberen Rand des 2. Supralabiale reicht. 1 Präoculare.

Das Rostrale greift ziemlich bedeutend dreieckig auf die Oberseite des Kopfes über.

Sutur zwischen den Internasalia kürzer als die zwischen den Präfrontalia. Frontale viel breiter als das Supraoculare, seine Länge genau oder nahezu seinem Abstand vom vorderen Kopfende gleich und kürzer als die breiteren Parietalia. 3 bis 4 Infralabialia begrenzen das vordere Kinnschildpaar, welches viel länger als das hintere Paar ist. Anale geteilt.

Der herzförmige, tief schwarzbraune Nackenfleck reicht mit seiner nach vorne gekehrten Spitze ca. bis zur Längenmitte der Parietalia. Die dreieckförmige Stirnbinde endigt mit ihren Ästen an und hinter den Mundwinkeln und fließt vorne an ihrer Winkelspitze mit der Stirnbinde zusammen, die seitlich vom Auge unterbrochen, am 4. und dem vorderen Teile des 5. Supralabiale bis knapp zum oberen Mundrand zieht. Vorderer Abfall des Rostrale, vordere Hälfte des ungeteilten Nasale häufig schwärzlich. Einzelne schwarze Fleckchen an der Unterseite des Kopfes.

Oberseite des Kopfes heller als die des Rückens, auf dem 8 bis 12 tiefbraune, hellgerandete, 2 mal eingeschnürte Querbinden bis zum hinteren Rumpfende und 2 an der Oberseite des kurzen Schwanzes liegen, welcher stumpfkonisch gerundet endigt.

Große viereckige schwarze Flecken am Bauche und an der Unterseite des Schwanzes. Sie nehmen bald die ganze Breite der daselbst gelegenen Schilder ein, oder verschieben sich gegeneinander und bilden eine Zickzackbinde oder lösen sich in 2 scharf voneinander getrennte Längsreihen von 4eckigen Flecken auf, die stellenweise der Länge nach zusammenfließen.

Zwischen diesen Querbinden liegen je 2 bis 3 Querreihen schwärzlicher Punkte (in der Regel in einer Querreihe), von denen die untersten, die ca. zwischen der 3. und 4. Längsschuppenreihe über dem Bauchrande liegen, durch eine sehr zarte bräunliche Linie miteinander vereinigt sind.

Sq. 15. V. 159—173. Subc. 32—39, paarig. A. 1/1.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia
480 *mm*	74 *mm*	167	39
381	50	161	35
315	47	167	34
311	54	173	35
145	17	173	32
135	17	164	34

Formosa: Suishario, Kosempo (Koll. Sauter).

Die von Masamitsu Oshima als *Holarchus torquatus konishii* n. sp. beschriebene Form fällt meines Erachtens mit *Oligodon ornatus* Van Denburg der Art nach zweifellos zusammen. Es kommt somit *O. ornatus* auch im nördlichen Teile von Formosa bei Urai, Shinko und Botanko, Keelung vor.

20. Liopeltis semicarinata (Hallow.).

Eurypholis semicarinatus Hallow., Proc. Ac. Philad. 1860, p. 493.
Cyclophis nebulosus Gthr., Ann. Mag. N. H. (4), Vol. I, 1860, p. 418, pl. XIX, Fig. *C.*
Ablabes semicarinatus Blgr., Proc. Z. S. Lond. 1887, p. 148; Cat. Snak. Brit. Mus., Vol. II, p. 278.
— — Böttg. Offenb. Ver. Naturk. 33 bis 36, Ber. 1895, p. 115.
— — Wall., Proc. Z. S. Lond. 1903, p. 101.
Liopeltis semicarinata Stejn., Herp. Jap., U. St. Nat. Mus., Bull. 5 bis 8, p. 340, 1907.

Ein Exemplar, ♀, von Kankau, 1080 *mm* lang.

Die Schuppen in den 3 bis 5 oberen Längsreihen des Rumpfes und am vorderen Teile des Schwanzes sind schwach gekielt. Hinteres Paar der Kinnschilde länger als das vordere, welches auf der linken Kopfseite von 3, auf der rechten von 4 Infralabialia begrenzt wird.

Bei eben diesem Exemplare ist das Nasale an der linken Kopfseite nicht geteilt. Rostrale nahezu ebenso hoch wie lang, bei oberer Ansicht des Kopfes knapp sichtbar. Sutur zwischen den Internasalia kürzer als die zwischen den Präfrontalia. Frontale ebenso lang wie sein Abstand vom vorderen Kopfende, kürzer als die Parietalia, deren Länge nahezu ihrem Abstande vom vorderen Kopfende gleicht. Loreale nahezu 2mal länger als hoch.

1 Prä-, 2 Postocularia. Augenlänge genau der Hälfte der Schnauzenlänge gleich. Temporalia 1 + 2. Supralabialia 8, das 4. und 5. an das Auge stoßend. Rumpfschuppen in 15 Reihen, Anale geteilt. Ventralia 169. Subcaudalia 96. Bei den zahlreichen im britischen Museum sowie im Museum zu Washington befindlichen Exemplaren von den Loo Choo-Inseln ist die Zahl der Ventralia etwas größer (V. 174—192), die der Subcaudalia nicht unbedeutend kleiner (Subc. 70—82).

Oben olivengrün mit einem Stiche ins bläuliche, etwas heller gegen die Bauchseite zu, welche eine gelbliche Färbung zeigt. Von einer dunkleren Umrandung der Schuppen in der untersten Längsreihe des Rumpfes, sowie von einer helleren Färbung der Schuppenzentra, die Dr. Boulenger erwähnt, ist bei dem mir vorliegenden Exemplare von seltener Größe (Totallänge 1088 *mm*, Schwanzlänge 308 *mm*) nichts bemerkbar.

21. Liopeltis major (Gthr.).

Cyclophis major Gthr., Cat., p. 120 (1858).
— — Gethr., Rept. Brit. Ind., p. 230, pl. XVII, Fig. 1 (1864).
Ablabes major Bött. Ber. Senckenb. Gesellsch. 1894, p. 140.
— — Blgr. Cat. Snak. Br. Mus., V. II, p. 279 (1894).
Liopeltis major Stejn., Herpet. of Japan, 1907, p. 338.
— — Masamitsu Oshima, Ann. Zool. Jap., Tokyo, Vol. 7, p. 192, 1910.

3 große Exemplare von 710 bis 895 *mm* Länge von Kosempo und Byoritsu. Bei jedem derselben ist das Nasale geteilt. Supralabialia 8, das 4. und 5. bilden den unteren Augenrand. Rostrale fast ebenso hoch wie lang, bei oberer Ansicht des Kopfes bemerkbar. Sutur zwischen den Internasalia viel kürzer als die zwischen den Interparietalia. Frontale ebenso lang oder ein wenig länger als sein Abstand vom vorderen Kopfe, mehr minder unbedeutend kürzer als die Parietalia, deren hinterer Rand ein wenig schräge abgestutzt ist. 1 bis 2 Prä-, 2 Postocularia. Temporalia 1 + 2, 4 Infralabialia berühren das vordere Kinnschildpaar, das etwas länger und breiter als das hintere ist. Schuppen in 15 Reihen. Anale geteilt. Subcaudalia paarig. Ventralia 163 bis 176, Subcaudalia 83 bis 96.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia
♀ 710 *mm*	190 *mm*	165	90
♂ 895	225	166	89
♀ 885	259	167	96

Nach Masamitsu Oshima besitzt das Museum in Taihoku (Taipeh) Exemplare dieser Art von Koshun, Horisha, Urai, Shinko, Kwanonzan und Taihoku, von denen das größte 1013 *mm* lang ist.

22. Calamaria pavimentata D. B.

Calamaria pavimentata D. B., Erpét. gén., Vol. VII, p. 71, 1854.
— — Blgr., Cat. Snak. Brit. Mus., Vol. II, p. 348, 1894 und Ann. u. Mag. N. H., Ser. 8, Vol. IV, p. 495.
— *quadrimaculata* D. B., Erpét. gén., Vol. VII, p. 73 (sec. Blgr.).
— *siamensis* Gthr., Rept. of Brit. Ind., p. 196 (sec. Boul.).
— *pavimenta* Jan., Iconogr. gén., Livr. 10, pl. 1, Fig. 9.
— *berezowskii* Stejn., Herpet. of Japan in U. St. N. Mus., Bull. 58, p. 376.

16 Exemplare von Kosempo, Suishario, Taihorin, Fuhosho, von denen das größte 310 *mm* lang ist. Ich glaube, daß dieselben nicht von *Cal. pavimentata* spezifisch zu trennen seien, wenngleich bei ihnen ausnahmslos das gelbe Fleckenpaar an der Basis wie am Ende des Schwanzes fehlt.

Kopf $1^1/_2$ (bei jungen Individuen) bis $1^3/_4$mal länger als breit. Das Rostrale greift mehr oder minder mäßig auf die Oberseite des Kopfes über, doch finde ich bei den mir vorliegenden jungen wie alten Individuen den an der Oberseite des Kopfes gelegenen Teil stets kürzer als die Hälfte der Suturlänge zwischen den Präfrontalia. Das Rostrale ist ferner in der Regel ebenso hoch wie lang.

Frontale etwas länger wie breit, zirka $2^1/_2$ bis 3mal breiter als das Supraoculare, viel kürzer als die Parietalia und ein wenig länger als sein Abstand vom vorderen Kopfende. Die beiden Vorderränder des Frontale stoßen unter einem stumpfen, die beiden hinteren Ränder desselben unter einem mehr minder langen spitzen Winkel zusammen.

Die Sutur zwischen dem Supraeculare und Frontale ist ein wenig kürzer als die zwischen dem letzteren und einem Präfrontale; nur bei einem jungen Exemplare gleichen sich beide Suturen an Länge.

Die Breite der beiden Parietalia zusammen gleicht $^1/_2$ bis nahezu $^2/_3$ des Abstandes des vorderen Kopfendes vom Hinterrand der Parietalia. Präfrontalia durchschnittlich ebenso lang wie das Frontale.

1 sehr kleines Prä- und ein etwas größeres Postoculare.

4 Supralabialia, von denen das 2. und 3. den unteren Augenrand bilden, das 4. weitaus am größten das 3. am kleinsten ist. Das 4. Supfralabiale bildet die untere Umrandung des Parietale. 5 Infralabialia, die des ersten Paares stossen hinter dem Mentale aneinander.

Die Kinnschilde des ersten Paares sind mehr minder länger als die des 2. Paares; sie berühren einander an ihrem Innenrande und sind am Außenrande von 3 Infralabialia begrenzt. Die Kinnschilde des 2. Paares sind in der hinteren Hälfte ihres Innenrandes durch eine Schuppe von einander getrennt.

In der Regel liegt ein nicht scharf abgegrenzter gelber Fleck hinter jedem Parietale. Nackenfleck mehr minder intensiv schwärzlich, nach hinten von einer mehr minder zusammenhängenden oder in Flecken aufgelösten gelben Nackenbinde begrenzt, die übrigens zuweilen nur schwach angedeutet ist.

Oberseite des Kopfes und die kleinere obere Hälfte der Supralabialia grau oder grauviolett, untere Hälfte derselben gelblich; häufig ist der Seitenrand der Supra- und Infralabialia schmal violett gesäumt, ebenso der Außenrand des ersten Kinnschildpaares.

Rumpf oben und seitlich bald heller bald dunkler grau violett und stets noch etwas dunkler, äußerst zart gesprenkelt. Diese Sprenkelung ist aus den Schuppenrändern nur unter der Lupe unterscheidbar.

6 mehr minder schart hervortretende schwärzlich-violette zarte Linien verlaufen am Rumpfe. Die beiden mittleren derselben sind am schwächsten entwickelt und eigentlich nur durch die dichte dunklere Randpunktierung der medianen Schuppenreihe des Rückens gebildet. Namentlich bei älteren Individuen liegt auch zwischen den aneinander stoßenden Rändern der zwei untersten seitlichen Schuppenreihen des Rumpfes sowie zwischen dem unteren Rande der untersten Schuppenreihe des Rumpfes und dem oberen

seitlichen Rande der Ventralia ein dunkelvioletter Längsstreif oder eine Reihe dunklerer Fleckchen, während der ganze mittlere Teil der Schuppen dieser Längsreihen wegen teilweisen oder gänzlichen Mangels einer dunklen Sprenkelung auffallend hell erscheint.

Bauchseite gelb. Eine violette Linie zwischen dem Innenrande der Subcaudalia in der hinteren größeren oder kleineren Längenhälfte des Schwanzes.

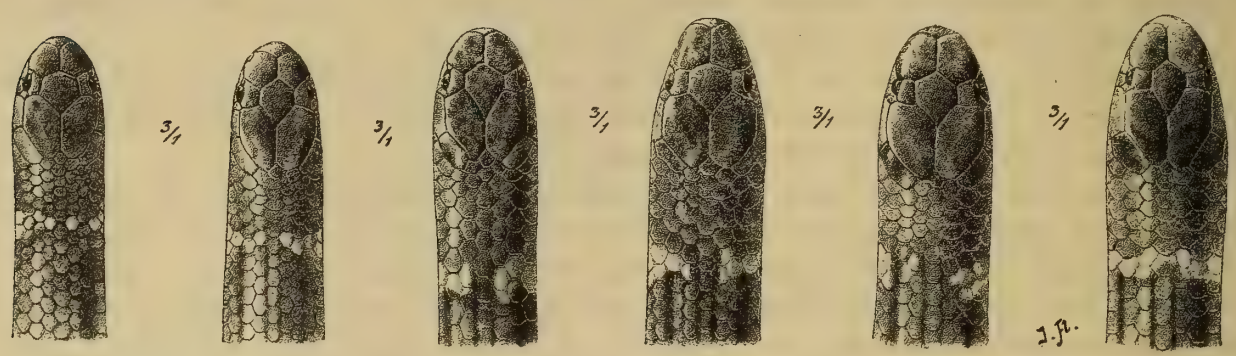
13 Schuppenreihen am Rumpfe, Anale einfach. Ventralia 153 bis 181. Subcaudalia 15 bis 23. Der Schwanz endigt konisch zugespitzt.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia	Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia
♂ 310 *mm*	20 *mm*	166	19	♂ 274	19 *mm*	173	17
♀ 300	19	167	23	♂ 259 *mm*	25	166	23
♂ 285	21	178	18	242	15	181	15
♂ 286	20	170	17	230	24	153	22
♂ 283	21	174	17	147	12	175	17

Dr. Boulenger bemerkt am Schlusse seiner Abhandlung über 4 neue Froscharten und eine neue Schlangenart aus Formosa, welche vom Herrn H. Sauter entdeckt und in mehreren Exemplaren dem britischen Museum eingesendet worden wären, daß *Calamia berezowskii* Gthr. von Lun-ngan-fu von *Cal pavimentata* D. B. (Blgr.) nicht spezifisch verschieden sein dürfte und führt die in dieser Sammlung Sauter's enthaltenen Calamarien von Kosempo als *Cal. pavimentata* an.

Stejneger bezieht dagegen ein Exemplar von Taipa zu *Cal. berezowskii* Gthr. (s. Stejn., Herpetol. of Japan, p. 376 bis 377); da jedoch in der Beschreibung ausdrücklich erwähnt wird, daß bei demselben das Frontale etwas länger als breit sei, so kann auch dieses formosanische Exemplar der Art nach nur zu

Fig. 8 bis 13.



Calamaria pavimentata.

Oberseite des Kopfes nach 6 Exemplaren von Kosempo; 3mal vergr.

Cal. pavimentata bezogen werden, selbst wenn *C. berezowskii* Gthr. der Art nach von *C. pavimentata* verschieden sein sollte.

Die von Masamitsu Oshima als *Cal. berezowskii* Gthr. angeführten, leider nicht charakterisierten Exemplare von Taichu, Kuraru und Koshun dürften gleichfalls nicht von *Cal. pavimentata* spezifisch verschieden sein.

In der Zeichnung des Rumpfes und der Unterseite des Schwanzes stimmt *Cal. pfefferi* Stejn. auffallend mit *C. pavimentata* überein, doch fehlt ein gelbes Collare, das übrigens zuweilen auch bei *Cal. pavimentata* nur sehr schwach angedeutet ist. Auch soll nach Stejneger die Sutur des Frontale mit dem Supraoculare länger sein als die mit dem Frontale.

23. Boiga kraepelini (Stejn.)

Boiga kraepelini Stejn., Proc. Biol. Soc. Washington, XV, p. 16.
— — Stejn., Herpet. of Japan, U. St. Nat. Mus., Bulletin 58, Wash. 1907, p. 381.
Dipsadomorphus kraepelini Wall., Proc. Zool. Soc. London, 1903, p. 94.
— — Blgr., Ann. & Mag. of Nat. Hist., Ser. 8, Vol. IV, 1909, p. 49.
Dinodon multitemporalis Masamitsu Oshima, List of Formosan Snakes, p. 198.

6 Exemplare von Kosempo und Kankau.

Rostrale breiter als hoch, bei der Mehrzahl der mir vorliegenden Exemplare äußerst schwach, bei 1 Exemplare mäßig von oben sichtbar, bei einem anderen großen Exemplare verhältnismäßig bedeutend auf die Oberseite des Kopfes übergreifend. Internasalia mehr minder bedeutend kleiner als die Präfrontalia, die Sutur zwischen den ersteren ist bei dem Exemplare mit dem stärker nach oben übergreifenden Rostrale ausnahmsweise nur halb so lang wie die Sutur zwischen den Präfrontalia. Frontale ganz unbedeutend kürzer als sein Abstand vom vorderen Kopfende. Die Temporalia sind in der Regel viel länger als das Frontale und nur bei einem alten Exemplare unserer Sammlung ein wenig länger als letzteres. Auge groß, mit querelliptischer Pupille, an Länge zirka $^2/_3$ mal bei einem jüngeren Exemplar von 765 *mm*, $^5/_7$ bis $^5/_9$ mal bei alten Individuen in der Schnauzenlänge enthalten. Nasale ganz oder nur halb geteilt. Loreale 4eckig, ein wenig höher als lang. In der Regel sind 2 Präocularia, bei 1 Exemplar auf der linken Kopfseite nur 1 Präoculare entwickelt. Bei einem anderen Exemplare liegt beiderseits unter den 2 Präocularia ein sehr kleines Suboculare als ein abgelöster Teil des 3. Supralabiale, welches somit von der Bildung des unteren Augenrandes ausgeschlossen wird. 2 Postocularia.

Temporalia schuppenförmig, an Größe daher auch an Zahl sehr variabel, 3 + 4, 4 + 5, 5 + 5, bei einem großen Exemplare 4 + 6 rechts und 5 + 7 links. 9 Supralabialia, 10 bei einem Exemplare auf der linken Kopfseite, von denen in der Regel das 3., 4. und 5., selten das 4., 5. und 6., und bei einem Exemplare mit einem Suboculare nur das 4. und 5. an das Auge stoßen.

Infralabialia 11 bis 13. Das vordere Kinnschildpaar ist länger und bedeutend breiter als das hintere Paar und wird seitlich, in der Regel jederseits seitlich von 4, seltener von 5 und bei einem Exemplare links von 4, rechts von 6 Infralabialia begrenzt.

Das Anale ist bei einem unserer Exemplare einfach, bei allen übrigen geteilt.

Schuppen in 21 Längsreihen, die der Mittelreihe nicht oder kaum größer als die der sich anschließenden Reihe.

Die uns vorliegenden Exemplare gehören 2 Varietäten an, welche bereits Stejneger nach den Exemplaren des Hamburger Museums erwähnt, die aber teilweise wenigstens nicht scharf geschieden werden können. Bei 4 Exemplaren unserer Sammlung (Var. *a*) ist nämlich der Kopf oben und seitlich einfärbig, die Querbinden am Rücken des Rumpfes, hauptsächlich durch die dunklere Umrandung der Schuppen gebildet, heben sich nicht scharf von der braunen Grundfarbe der Körperseiten ab; die Bauchseite ist bald ganz einfärbig oder, namentlich am hinteren Rande der Ventralia und Subcaudalia, zart grauviolett wie bestäubt.

Bei den 2 übrigen Exemplaren (Var. *b*) zieht eine scharf abgegrenzte und ein wenig dunkler gerandete, schmale grauviolette Binde vom hinteren Augenrande nur wenig schräge zu den Mundwinkeln und setzt sich hinter diesen, an Breite zunehmend, zur Halsgegend horizontal fort, in der sie sich nach unten mit dem Nackenfleck vereinigt. Über dieser Augenbinde liegt eine 2. mehr minder schmale Längsbinde, die am hinteren Teile des Supraoculare beginnt und bei dem einen nicht weiter als die Parietalia zurückreicht, bei dem anderen aber bei schwacher Senkung bis zu den Mundwinkeln zieht und daselbst mit der Augenbinde zusammenfließt. Ein mehr minder nagel- oder amboßartiger dunkler Längsfleck liegt auf den aneinanderstoßenden Längshälften der Internasalia und der übrige Teil der Kopfoberseite ist bei den größeren der beiden Exemplare gruppenweise ziemlich dicht grauviolett gesprenkelt, so zum Beispiel am vorderen Endteile des Supraoculare und nächst dem Innenrande der Parietalia.

Die Rückenbinden treten ferner bei dieser 2. Varietät durch ihre tiefere Färbung viel schärfer hervor als bei Varietät *a* und die grauliche oder schmutziggelbliche Bauchfläche ist gegen den aufsteigenden Teil der Ventralia und Subcaudalia durch eine aus grauvioletten Punkten gebildete Randbinde deutlich abgegrenzt. Diese Art der Bauchfärbung erwähnt aber Stejneger auch bei dem zur Varietät *a* gehörigen Exemplare des Hamburger Museums mit einförmig braunem Kopfe, ist daher nicht ausschließlich charakteristisch für die Varietät *b*.

Bei sämtlichen 6 von uns untersuchten Exemplaren liegen nur im vordersten Teile des Rumpfes nächst über dem Bauchrande eine kurze Reihe kleiner dunkler Flecken, die mit den Rückenbinden alternieren. Die Zahl der letzteren schwankt zwischen 50 bis 58 am Rumpfe und 29 bis 32 am Schwanze.

Gegen die Analgegend zu rücken die Rückenbinden allmählich näher aneinander und fließen am Schwanzrücken, im Verhältnis zur rasch abnehmenden Höhe bedeutend in die Länge gezogen, stellenweise zickzackförmig zusammen.

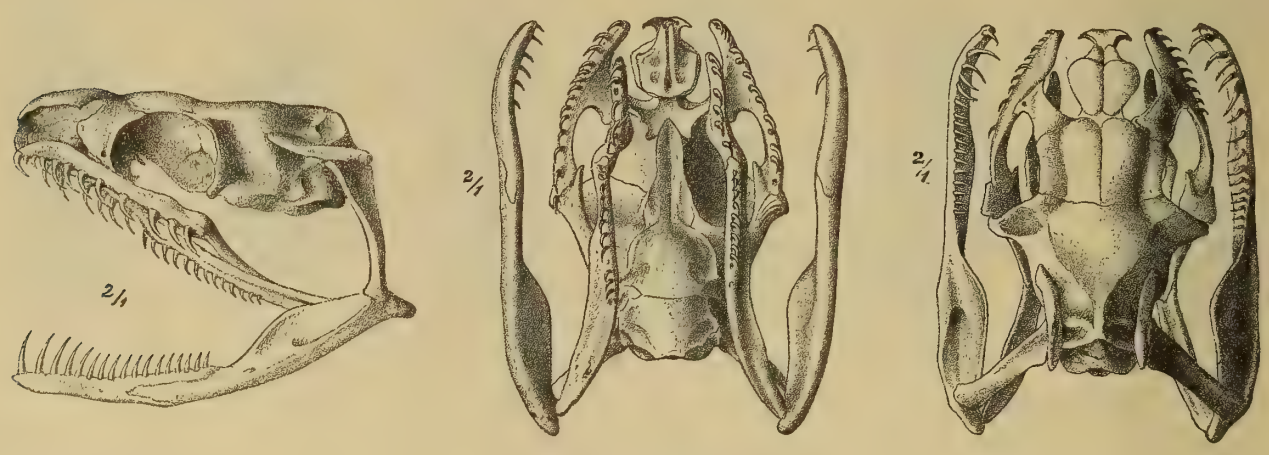
Sämtliche Exemplare unserer Sammlung sind Weibchen.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia	Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia
♀ 1185 *mm*	335 *mm*	242	149	♀ 910 *mm*	273 *mm*	235	150
♀ 1040	295	241	148	♀ 900	285	250	144
♀ 980	290	236	154	♀ 765	204	240	153
♀ 975	277	239	154				

Die Zahl der Ventralia schwankt bei den bisher bekannten Exemplaren nur zwischen 236 und 250, die der Subcaudalia zwischen 140 und 154.

Fundorte auf Formosa: Kelung (im nördlichen Teil von Formosa), Südkap, Kosempo, Kankau, ferner Koshun und Shinchiku nach Angabe von Masamitsu Oshima, der in seiner Abhandlung »An Annotated

Fig. 14. Fig. 15. Fig. 16.



Boiga kraepelinii Stejn.

Fig. 14. Seitliche, Fig. 15. Obere, Fig. 16. Untere Ansicht des Schädels, 2mal vergrößert.

List of Formosan Snakes, with Descriptions of Four New Species and One New Subspecies« auf p. 198 bis 199 *Dipsadomorphus kraeplini* Stejn. als eine neue *Dinodon*-Art, *D. multitemporalis*, beschreibt.

24. Psammodynastes pulverulentus (Boie) Gthr.

Nach der großen Anzahl der von Sauter eingesendeten Exemplare zu schließen, scheint diese Art auf Formosa überaus gemein zu sein.

Wir erhielten Exemplare von Taihorin, Taiwan fu, Kosempo, Kankau, Kanhirei. Masamitsu Oshima führt als weitere Fundorte von *Ps. pulverulentus* auf Formosa Koshun, Mansu, Urai, Kotosho, Shinko, Horisha, Taichu und Shinchiku an.

Das größte der uns aus Formosa vorliegenden 42 Exemplare ist 545 *mm* lang, dessen Schwanzlänge beträgt 105 *mm*.

Die Zahl der Ventralia schwankt zwischen 161 und 175, die der Subcaudalia zwischen 55 und 79.

Ein im Museum von Taihoku befindliches Exemplar von Koshun ist 625 *mm* lang, bei einer Schwanzlänge von 125 *mm*.

25. **Distira spiralis** (Shaw) F. Wall.

Var. **melanocephala** (Gray pt., Blgr.).

Distira spiralis var. *melanocephala*, Major F. Wall, Mem. Asiat. Soc. of Bengal, Vol. II (1907—1910); p. 208, Calcutta 1911.

Hydrophis melanosoma Gthr., Rept. of Brit. Ind., p. 367.

— *melanocephalus* (Gray part.) Blgr., Cat. Snak. Brit. Mus., Vol. III, p. 283, pl. XV, 1896.

Disteira orientalis Stejn., Proc. Biol. Soc. Washington, XIV, p. 191, 1901.

Microcephalophis melanocephalus (Gray) Stejn., Jour. Sci. Coll. Imp. Univ., Tokyo, Vol. XII, pt. III, p. 224, 1898.

Disteira melanocephala Stejn., Herp. of Japan, p. 421, 1907.

— — Stejn., Proc. U. St. Nat. Mus., Vol. 38, p. 110, 1910.

Von dieser so charakteristischen lokalen Abart von *Distira spiralis* im Sinne Wall's liegen mir 17 Exemplare von Anping[1] vor, die insgesamt im allgemeinen Habitus, in der Körperzeichnung und Färbung, in der Beschuppungsweise des Rumpfes, in der Zahl der horizontalen wie queren Schuppenreihen des Rumpfes miteinander und mit der Variatio *melanocephala* (= *Hydrophis melanocephalus* Blgr.) übereinstimmen, aber in der Zahl und Form der Supralabialia, der Postocularia und namentlich der Temporalia nicht unbedeutend voneinander abweichen.

Kopf lang, schmal, am vorderen Ende oval gerundet, 2mal länger als breit. Geringste Nackenhöhe zirka $1^1/_5$ bis 2mal in der größten Rumpfhöhe enthalten.

Die Zahl der Supralabialia beträgt in der Regel 8, selten nur 7. Das 5. derselben ist bei einigen Exemplaren in 2 kleine übereinanderliegende Schüppchen getrennt. Das 3., 4. und 5., seltener nur das 3. und 4. Supraoculare (namentlich bei Exemplaren mit 7 Supraocularia) stoßen an das Auge. Bei einem Exemplare unserer Sammlung beteiligt sich an der linken Kopfseite ein einziges Supralabiale an der Bildung des Augenrandes, da der obere Teil des 4. und 5. Supralabiale abgelöst zu einem Suboculare sich vereinigt.

1 Prä-, viel häufiger 2 als 1 Postoculare. Rostrale unbedeutend breiter als hoch, auf die Oberseite des Kopfes dreieckig übergreifend. Sutur zwischen den Präfrontalia, welche nach außen mit dem 2. Supralabiale stets in Berührung stehen, sehr kurz und mehr als $2^1/_2$ bis fast 4mal kürzer als die zwischen den langen Nasalia.

Frontale nicht ganz 2mal so lang wie breit, ebenso lang oder ein wenig länger als sein Abstand vom vorderen Kopfende und etwas kürzer als die Parietalia, an deren Außenrande 2 bis 3 Schilder liegen.

Unter 14 Exemplaren von nahezu gleicher mittlerer Größe und 2 großen Exemplaren von 840 und mehr als 1000 *mm* Länge sind nur bei 7 Exemplaren jederseits 1 Temporale, bei 9 Exemplaren auf einer Kopfseite (zufällig stets der linken) durch mehr oder minder schräge Spaltung 2 Temporalia, auf der anderen Kopfseite 1 Temporale, bei 1 Exemplare beiderseits durch vollkommen horizontale Spaltung 2 Temporalia in einer Reihe entwickelt, von denen das untere in letzterem Falle sehr klein ist. Bei dem Vorkommen von 2 Temporalia in einer Reihe auf einer Kopfseite ist das untere in der Regel zum größeren Teile auf Kosten der 2 bis 3 letzten Supralabialia entwickelt.

Bei einem Exemplare endlich mit 7 Supralabialia (siehe Textfig. 17 u. 18) liegen zwischen dem Außenrande der Parietalia und den 3 letzten Supralabialia auf der linken Kopfseite 4, auf der rechten 3 Temporalia

[1] Nach Masamitsu Oshima kommt diese Form auch bei Ajinkoto vor.

in 2 Längsreihen nach der Formel 2+2 und 1+2, von denen das untere der 1. Reihe auf der linken Kopfseite zwischen das 5. und 6. Supralabiale sich tief herabsenkt und an seiner unteren Spitze fast nur durch einen linienförmigen Zwischenraum vom oberen Mundrand getrennt erscheint. Die beiden kleineren Schilder, die ich als Temporalia der 2. Reihe deuten zu dürfen glaube, liegen auf einer Kopfseite über dem 7., auf der anderen Kopfseite über dem 6. und 7. Supralabiale.

Die sogenannten Marginalia (nach Wall) am Unterkieferrande beginnen hinter dem 2. oder 3. Infralabiale.

Die langen Infralabialia des ersten Paares stoßen hinter dem Mentale nach innen aneinander. Das 1. Paar der Kinnschilder ist in der Regel nicht länger als das 2. und wird nach außen von 3 Infralabialia begrenzt.

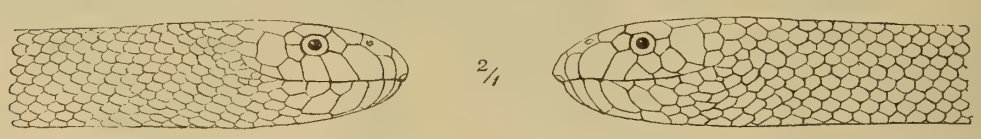
Die Rumpfschuppen decken sich gegenseitig schwach ziegelförmig und zeigen eine rhombenförmige Gestalt. Sie sind in der Nackengegend glatt, hierauf zart gekielt. Ventralia an verschiedenen Stellen eines und desselben Exemplares sehr ungleich der Größe nach entwickelt, nur sehr wenig bis zirka 3mal größer als die Rumpfschuppen der anstoßenden Reihe; in geringer Entfernung vor der Analmündung teilen sie sich in der Regel paarig. Am Nacken liegen die Rumpfschuppen durchschnittlich in 27 bis 28, selten in 25 (bei 1 jüngeren Exemplare) oder 31 (bei 2 alten Exemplaren), in der Längenmitte des Rumpfes bei jüngeren und halberwachsenen Exemplaren durchschnittlich in 35 bis 37, bei 3 großen Exemplaren von 845 bis 1029 *mm* in 40 bis 41 Reihen. Ventralia 302 bis 344 (nach Stejneger bis 351), Subcaudalia 35 bis 49 (nach Stejneger bis 53).

Der lange schmale Kopf ist bei den von uns untersuchten Exemplaren bis zu einer Totallänge von 900 *mm* Länge ringsum gesättigt schwarzbraun bis schwärzlichgrau, ebenso die ganze Unterseite des Rumpfes.

Bei einem alten Exemplare von 1029 *mm* Länge ist dagegen die Oberseite des Kopfes dunkelockerfarben, die Unterseite desselben hell schmutzigbraun. Die Unterseite des Rumpfes zeigt bei eben diesem Exemplare keine zusammenhängende schwärzliche Längsbinde, sondern ist wie die Rumpfseiten bräunlichgelb, wird jedoch durch die von der Höhenmitte der Rumpfseiten ab mehr minder rasch an Länge (respektive Breite) zunehmenden dunklen Querbinden, die nach unten stets zu Ringen zusammenfließen, stark eingeschränkt. Nur hie und da vereinigen sich noch 2 aufeinanderfolgende Querbinden an den Bauchschildern vollständig.

Kaum bei der Hälfte der untersuchten jüngeren Exemplare von 540 bis 645 *mm* Länge liegen kleine, intensiv gelbe punktförmige Fleckchen an der Sutur der Präfrontalia (jederseits je eines) zuweilen auch am

Fig. 17. Fig. 18.



Distira spiralis (Shaw) var. **melanocephala**.

Fig. 17. Rechte, Fig. 18. Linke Seitenansicht des Kopfes eines Exemplares.

vorderen Ende des Supraoculare und am Postorbitale. Bei einem Exemplare zieht überdies ein zarter horizontaler gelber Streif in der Schläfengegend vom hinteren Augenrande bis unter das hintere Ende der Parietalia.

Die Zahl der schwärzlichen Querbinden am Rumpfe schwankt zwischen 51 bis 64, die der Schwanzbinden zwischen 4 bis 7. Die hintere, bald etwas längere, bald etwas kürzere Längenhälfte des Schwanzes ist einfärbig schwarz.

Die eingangs gegebene Synonymie bezieht sich nur auf die nach Major Wall's Vorgange als eine Varietät von *Distira spinalis* (Shaw) gedeutete *Distira* (= *Hydrophis*) *melanocephala* (Gray pt., Blgr.),

welche nach den zahlreichen, von Herrn Sauter gesammelten Exemplaren zu schließen, bei Anping (Formosa) ebenso häufig vorkommen muß wie nächst den Riu Kiu-Inseln.

Bei den 2 größten Exemplaren unserer Sammlung von Anping wurde das Kopfskelett herausgenommen und es konnte unter der Loupe (bei 30maliger Vergrößerung) nicht die geringste Spur einer Furchung an den 5 bis 6 hinter dem Giftzahn gelegenen Oberkieferzähnen aufgefunden werden.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia	Rumpfbinden	Schwanzbinden
♀ 1029 *mm*	89 *mm*	314	46	64	5
♂ 845	80	303	40	50	5
♂ 645	55	325	36	48	5
♂ 640	57	319	49	62	7
♀ 595	50	302	40	61	5
♂ 590	47	322	35	53	5
♂ 540	45	344	43	55	4

26. **Distira ornata** (Gray) Blgr.

Ein Exemplar, Männchen, 695 *mm* lang, von Anping.

Kopf zirka $1^1/_2$ mal länger als breit, etwas breiter als hoch und merklich breiter als der dünnste Teil des nur mäßig schlanken Halses, dessen geringste Höhe zirka $2^1/_4$ mal in der größten Rumpfhöhe enthalten ist.

Rostrale etwas breiter als lang, fünfeckig, auf die Oberseite des Kopfes übergreifend, unten wie auch bei der früher angeführten Art mit 3 deutlichen Vorsprüngen, von denen der mittlere größer als die seitlichen ist; Nasale trapezförmig, länger als breit; der hintere Rand desselben ein wenig breiter als der vordere. Auf einer Kopfseite ist das Nasale halbgeteilt, auf der anderen ungeteilt. Sutur zwischen den Nasalia 2mal so lang wie die zwischen den Präfrontalia, deren Außenrand mit dem 2. Supralabiale in Berührung steht.

Frontale hexagonal, ein wenig kürzer als sein Abstand vom vorderen Kopfende, länger als breit und kürzer als die Parietalia, die mit dem äußeren Endteile ihres Vorderrandes an den hinteren Rand des oberen Postoculare stoßen.

1 Prä- und 2 Postorbitalia; das untere der letzteren zeigt auf einer Kopfseite durch eine kleine Einbuchtung am Vorderrande Neigung zu einer Auflösung in 2 Schildchen.

7 Supralabialia, von denen das 3. und 4. den unteren Augenrand bilden und das 3. ein wenig größer als jedes der übrigen ist.

Jederseits 2 übereinandergelagerte Temporalia, von denen das obere, längs unter dem Außenrande des Parietale gelegen, noch über die Längenmitte desselben zurückreicht, übrigens auf einer Kopfseite länger als auf der anderen ist.

Das Mentale zeigt an den beiden Enden seines oberen Randes einen tuberkelartigen Vorsprung, welcher den Vertiefungen zwischen den 3 Vorsprüngen am gegenüberliegenden unteren Rande des Rostrale entspricht.

Auf der rechten Kopfseite ist nach dem 2. Infralabiale ein Marginale vollständig abgetrennt, auf der linken dagegen eine Ablösung vom 3. Infralabiale nur angedeutet und ferner das 4. Infralabiale mit dem 5. halb verschmolzen.

9 Infralabialia, von denen die des 1. Paares nach innen hinter dem Mentale aneinanderstoßen. 3 Infralabialia begrenzen den Außenrand des ersten Paares der Submentalia, welche unbedeutend kleiner als die durch 2 nach vorne spitz zulaufende Schuppen getrennten Submentalia des 2. Paares sind.

Die Schuppen der Halsgegend sind glatt, rhombenförmig und decken sich schwach dachziegelförmig, die übrigen Rumpfschuppen nach allmählichem Übergange mosaikartig nebeneinander gelagert, regelmäßig 6eckig, zart gekielt oder mit einer kleinen Tuberkel in der Mitte versehen. Übrigens bemerkt man in dem hintersten Teile der Rumpfseiten wieder Schuppen, die sich äußerst schwach dachziegelförmig decken wie alle am Schwanze gelegenen Schuppen, und am hinteren Rande mehr minder stark und breit gerundet sind.

Bei dem vorliegenden Exemplare beginnt zirka 11 Schuppenlängen hinter dem 2. Paare der Submentalia eine Reihe von Bauchschildern, die durchschnittlich 2mal größer als die Schuppen der angrenzenden Schuppenreihe sind und 2 Tuberkeln tragen, stellenweise sich paarig auflösen oder auch an Größe kaum von den benachbarten Schuppen sich unterscheiden. 4 Analia.

Die Rumpfschuppen bilden am dünnen Halsteil zirka 30, in der größten Rumpfhöhe 36 bis 38 Längsreihen, in der größten Schwanzhöhe $^1/_2$ 10 $^1/_2$ Schuppenreihen.

Ventralia zirka 250. Subcaudalia 45.

Oberseite des Kopfes in ihrer hinteren Hälfte grauviolett mit einem kleinen punktförmigen goldbraunen Fleckchen nahe dem Innenrande jedes Parietale hinter dessen Längenmitte. Vordere Kopfhälfte an der Oberseite heller graubraun, unterbrochen durch matt gelblichbraune, verschwommene wolkige Flecken. Von gleicher Färbung mit letzteren sind die Seiten des Kopfes, die Infralabialia und Submentalia.

37 intensiv grauviolette Querbinden am Rumpfe, 10 am Schwanze, getrennt durch fast milchweiße Zwischenräume, die gegen die Rückenlinie zu in ein sehr helles, wässeriges Grauviolett übergehen.

Die 4 bis 5 vordersten dunklen Querbinden des Rumpfes sind fast viereckig, nahe aneinander gerückt, daher nur durch schmale, gleichmäßig breite helle Zwischenräume voneinander getrennt und reichen nicht bis zur Bauchseite des Rumpfes herab. Die folgenden Querbinden nehmen an den Seiten nach unten allmählich ein wenig rascher an Länge wie insbesondere auch an Intensität der Färbung ab, gleichen somit der Form nach schlanken Dreiecken und vereinigen sich am Bauche zu geschlossenen Ringen.

Die dunklen Querbinden am Schwanze ziehen sich bis zur Schwanzspitze fort, rücken gegen diese allmählich, im ganzen nur wenig näher aneinander und nehmen ihrer ganzen Höhenausdehnung nach nicht an Länge ab.

Kopflänge	25 *mm*	Länge des Frontale	6 *mm*
Kopfbreite	16	Breite » »	4
Kopfhöhe	ca. 15	Breite des Supraoculare	3
Halsbreite	ca. 14$^1/_2$	Länge der Parietalia	8
Halshöhe	ca. 14	Größte Rumpfhöhe	29
Breite des Rostrale	4$^1/_2$	» Schwanzhöhe	17
Höhe » »	3	Schwanzlänge	80
Länge der Internasalia	4	Totallänge	695
Abstand des vorderen Kopfendes vom Frontale	7		

Das hier beschriebene Exemplar von Formosa glaube ich ohne Bedenken zu *Distira ornata* (Gray) beziehen zu dürfen, mit welcher Art Major Wall mit Recht *Hydrophis godeffroyi* Pet. (= *Distira godeffroyi* Blgr.) vereinigt. Unter den bisher von *Distira ornata* gegebenen Abbildungen stimmt unser Exemplar am meisten mit Jan's Abbildung von *Hydrophis striatus* Jan (= *Distira ornata*) in der 40. Lieferung der »Iconogr. gén. des Ophid.«, Tafel VI, Fig. 1, überein, unter anderem auch bezüglich des Vorkommens von nur 2 ziemlich langen Schildern längs unter dem Außenrande der Temporalia.

Zur selben Art dürfte wohl auch das von Masamitsu Oshima als *D. geoffroyi* (Pet.) angeführte Exemplar von Keelung mit 279 Ventralia, 40 Subcaudalia, 32 Schuppenreihen am Nacken und 40 in der größten Rumpfhöhe gehören.

27. Laticauda semifasciata (D. B.).

Platurus semifasciatus Reinw. (nom. nud.), Schleg., Physion. des Serp. (1837), p. 516.
Hydrophis colubrina Schlegel, Physion des Serp., Atlas, pl. 18, Fig. 18—20.
— — pt. Schlegel, Fauna japon., Rept., p. 92, Pl. X (1838).
Platurus fasciatus pt., Dum. Bibr., Erpétol. gen., T. VII, 2d part. (1854), p. 1322.
— *schistorhynchus* Gthr., Proc. Zool. Soc. Lond., p. 297, p. 14, Fig. *A* (juv.).
— — Blgr., Cat. Snak. Brit. Mus., Vol. III, p. 329 (1896).
— — Wall, Monogr. of the Sea Snak. in Mem. Asiat. Soc. of Beng., Vol. II, p. 184 (1911).
Laticauda semifasciata Stejn., Herp. Jap. 1907, p. 409, u. Batrach. and Rept. of Formosa, Proc. U. St. Nat. Mus., Vol. 38, p. 109 (1910).
Laticaudata semifasciata Masamitsu Oshima, Annot. Zool. Jap., Vol. VII, p. 204, Tokyo, 1910.

1 Exemplar, 1210 *mm* lang, von Taihan-Roku.[1]

1 unpaariges Schildchen zwischen den Präfrontalia. Internasalia mit ihren Innenrändern zusammenstoßend; vor ihnen liegt zwischen den Nasalia und dem Rostrale ein fünfeckiges Schildchen, das breiter als lang ist.

Rostrale ebenso hoch wie breit, von 5 Schildern begrenzt. Frontale länger als die Parietalia und als sein Abstand vom vorderen Kopfrande. Parietalia ein wenig breiter als lang.

1 Prä-, 2 Postocularia; Temporalia 2 + 3.

Supralabialia 7, von denen das 3. u. 4. das Auge begrenzen; sie nehmen vom 1. bis zum 3. allmählich an Höhe zu.

7 Infralabialia, von denen das 4. weitaus am größten ist.

Mentale sehr klein. Hinter diesem stoßen die Infralabialia des ersten Paares aneinander. 4 Infralabialia begrenzen das erste Kinnschildpaar, welches viel größer als das 2. Paar der Kinnschilde ist, die voneinander durch eine Schuppe getrennt werden.

Rumpfschuppen in 25 Reihen. Ventralia 203, von denen die 4 letzten wie das Anale paarig sind. Die hinteren Ventralia zeigen längs der Mittellinie einen stumpfen Kiel. Subcaudalia paarig, 36 an der Zahl. An den Seiten des ruderförmigen Schwanzes, der 138 *mm* lang ist, liegen die Schuppen in 4 Längsreihen.

Die Oberseite des Rumpfes ist bei dem mir vorliegenden erwachsenen Exemplare von Formosa matt dunkelbraun. Eine viel hellere, verschwommene schmale Binde zieht diademartig über die Schnauze von einem Auge zum anderen.

34 breite bränliche Querbinden am Rumpfe und 6 am Schwanze. Wie bei dem von Schlegel vortrefflich abgebildeten alten Exemplare erlöschen auch bei unserem großen Exemplare die nach unten sich mehr minder bedeutend verschmälernden Rumpfbinden bereits gegen die Höhenmitte des Rumpfes zu und der direkt unter ihnen gelegene Teil des Rumpfes ist schmutzig braungelb. Der zwischen diesen dunklen Binden befindliche dreieckige, nach unten an Breite rasch zunehmende Raum der Rumpfseiten ist matt bleifarben.

Stejneger wählt für diese Art im Gegensatze zu Boulenger den Artnamen »*semifasciata* Reinw.« und zitiert hiezu Schlegel's »Essai sur la Physionomie des Serpens«, p. 516 (1837). Daselbst findet sich nur eine Stelle vor, in der *Pl. semifasciatus* Reinw. erwähnt wird. Es heißt daselbst: »On observe souvent des variétés de cette espèce (das ist *Hydrophis colubrinus*); un individu adulte à teinte pâles et à plaque rostrale divisée a servi de type au *Plat. semifasciatus* de Reinwardt.« In dem in einem Jahre später publizierten Werke Schlegel's »Fauna japonica. Les Ophidiens« wird auf p. 82 *H. colubrina* neuerdings beschrieben, der Name *Pl. semifasciatus* Reinw. nicht mehr erwähnt, obwohl das auf Tafel 10 abgebildete Exemplar fast zweifellos die Type von *Pl. semifaciatus* sein dürfte.

Es scheint daher ein *Pl. semifasciatus* nie von Reinwardt beschrieben worden, somit ein Nomen nudum zu sein, welches Reinwardt einem dem Reichsmuseum in Leyden gewidmeten Exemplare in litt. gegeben hat. Hierauf weist auch eine Stelle im 2. Teile des 7. Bandes von Dum. Bibr., Erpétologie générale

[1] Im Museum zu Taihoku befindet sich nach Masamitsu Oshima ein 1222 *mm* langes Exemplar von Kwashoto.

p. 1322, hin, in welcher für eine 2. Varietät von *Platurus* der Name Var. *semifasciatus* vorgeschlagen und dieselbe kenntlich zum ersten Male beschrieben wird, mit der Bemerkung, daß sie vielleicht sogar als eine besondere Art unterschieden werden könne. Die betreffende Stelle lautet im 2. Absatz der zitierten Seite: »Quant à variété que nous nommons avec M. Reinwardt Semifascié..., nous serions tenté d'en faire une espèce distincte, si nous en avions observé plusieurs exemplaires semblables. M. Schlegel l'a indiqué a la fin de son article sur l'Hydrophis Colubrin. C'est seulement d' après le nom que nous avons cru devoir conserver ici d'indication de cette variété, en effet, très reconnaissable en ce que les bandes noires qui occupent les deux tiers de la conférence du tronc, ne laissent aucune trace dans la partie moyenne du corps« etc.

Indem somit Dumeril und Bibron zum ersten Male *Platurus semifasciatus* Reinw. (in litt.) ziemlich kenntlich beschrieben, übersahen sie zugleich, daß Schlegel's Abbildung in der Fauna japonica, Rept. (Taf. X), eben dem *Pl. semifasciatus* Reinw. (in litt.), nicht aber dem *Hydrus colubrinus* Schn. entspricht.

Die erste charakteristische Beschreibung von *Laticauda* (= *Platurus*) *semifasciata* gab jedoch Dr. Günther unter dem Artnamen *Platurus schistorhynchus* und ich bin daher in einigem Zweifel, ob nicht der von Günther vorgeschlagene Artname gewählt werden sollte.[1]

28. Bungarus candidus (L.) var. multicinctus Blyth.

9 Exemplare von Kosempo, Kankao, Taihorin und Anping bis zu einer Totallänge von 1620 *mm*, von denen 140 *mm* auf den Schwanzteil entfallen.

Bei allen diesen Exemplaren ist das erste Kinnschildpaar kürzer als das 2. und von 3 bis 4 Infralabialia begrenzt, ferner ist das Frontale nur bei jüngeren Individuen ebenso lang wie sein Abstand vom vorderen Kopfende, bei alten dagegen nicht unbedeutend kürzer; ebenso verhält es sich bei den Parietalia mit bezug auf das Verhältnis ihrer Länge zum Abstand vom vorderen Kopfende. Internasalia viel kleiner als die Präfrontalia, Sutur zwischen ersteren zirka halb so lang wie die zwischen letzteren.

7 Supralabialia, das 3. und 4. ans Auge stoßend. Auge klein, 1 Prä- und 2 Postocularia. Loreale fehlend. Nasale geteilt. Temporalia 1 + 1 bis 1 + 2. Schuppenreihen 15. Anale ungeteilt.

V. 204—218. Subc. 41—51.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia	Querbinden am Rumpfe und am Schwanze
1670 *mm*	140 *mm*	216	51	45 + 15 (am Schw.)
980	130	214	48	50 + 16
960	110	213	42	40 + 10
417	55	211	44	38 + 10

Bei älteren Exemplaren geht die bleigraue Färbung der Kopfoberseite allmählich in die schwärzliche Färbung der breiten Nackenbinde über; bei jüngeren Exemplaren ist die Oberseite des Kopfes heller grau und scharf abgegrenzt von der schwärzlichen Nackenbinde, die am mittleren Teile ihres Vorderrandes einen ziemlich breiten Ausläufer nach vorne abgibt, der, am vorderen Rande abgestutzt, bis zum hinteren Ende der Parietalia reicht.

Bungarus candidus, forma *multicinctus* ist eine der gemeinsten Schlangenarten Formosas und über die ganze Insel verbreitet.

Abgesehen von den eingangs angeführten Fundorten sind als weitere Fundstellen Taihoku, Hozisha, Koshun und Hoppo von Masamitsu Oshima angegeben.

---

[1] Das Wiener Hofmuseum besitzt ein junges Exemplar von *Laticauda colubrina* aus Japan, bei welchem abnormerweise das Frontale, mit seiner vorderen Spitze die beiden Präfrontalia vollständig voneinander trennend, bis zu den Internasalia reicht und die Parietalia längs ihrer ganzen Innenreihe durch 2 Schuppen voneinander geschieden sind. 42 schwarze Ringe am Rumpfe, 5 *mm* am Schwanze. Untere Hälfte der Supralabialia gelb. 23 Schuppenreihen am Rumpfe.

29. Calliophis macclelandii (Reinh.) Gthr.

Calliophis swinhoei Van Denb., Proc. Calif. Acad. of Sc., IV. Ser., Vol. 3, p. 255 (Dezember 1912).

1 Exemplar von Suishario.

Supralabialia 7, von denen das 3. und 4. den unteren Augenrand begrenzen. Nasalia geteilt. Kein Loreale, das einzige Präoculare reicht nach vorne bis zum hinteren Nasale. 2 Postocularia.

Rostrale breiter als hoch, bei oberer Ansicht des Kopfes deutlich sichtbar. Sutur zwischen den Internasalia viel kürzer als die zwischen den mehr als 2mal größeren Präfrontalia.

Frontale ebenso lang wie sein Abstand vom vorderen Kopfende, kürzer als die Parietalia. Auge sehr klein. Temporalia 1 + 1. 4 Infralabialia begrenzen das erste Kinnschildpaar, welches ein wenig länger als das hintere ist.

Rumpfschuppen in 13 Reihen. Anale geteilt. Subcaudalia paarig. Eine breite schwarze Querbinde deckt fast vollständig die Präfrontalia, die vordere Längenhälfte des Frontale, die vorderen zwei Drittel des Supraoculare und endigt nach unten am oberen Mundrande am 4. Supralabiale und den angrenzenden Hälften des 3. und 5. Supralabiale. Das Rostrale, die Internasalia und das vordere Nasale sind schmutzig-braun und dunkler marmoriert.

Der ganze übrige Teil des Kopfes hinter der Stirnbinde bis in die nächste Nähe des hinteren Endes der Parietalia und seitlich herab bis zum oberen Mundrande von der hinteren Hälfte des 5. Supralabiale an bis zu den Mundwinkeln ist gesättigt milchigweiß mit einem gelblichen Stiche. Die schwarze Nackenbinde ist nur sehr wenig schmäler als die vorangehende helle Hinterhauptsbinde und greift nicht bedeutend auf die Unterseite der Halsgegend über.

Rückenseite des Rumpfes und Schwanzes schokoladebraun, mit 27 schmalen, schwarzen, weißlich zart gerandeten Querbinden am Rumpfe und 7 am Schwanze, welche an der Unterseite des Körpers mit den unter ihnen gelegenen großen, mehr minder rundlichen, ovalen oder 4eckigen Flecken, deren Gesamtzahl doppelt so groß wie die der Rumpf- und Schwanzbinden ist, zu kompletten Ringen zusammenfließen.

In der Mitte der Entfernung je zweier aufeinander folgenden Leibesbinden liegt zu jeder Seite des Körpers ein mehr minder kleiner, punktartiger Fleck mit heller Umrandung vertikal genau über den zwischen den Leibesringen befindlichen großen Bauchflecken. Bei dem hier beschriebenen Exemplare ist auf der rechten Körperseite statt eines kleinen Fleckchens ein der Hälfte einer Querbinde entsprechender Querstreif entwickelt, der mit dem unter ihm gelegenen Bauchfleck zusammenfließt.

Eine schwarze Vertebrallinie fehlt.

Totallänge 207 *mm*, Schwanzlänge 39 *mm*.

Ventralia 207, Subcaudalia 39 (paarig).

Bei dieser Art ist die Zahl der Ventralia und Subcaudalia äußerst variabel.

Die Zahl der Ventralia schwankt nach Dr. Boulenger's Angabe im 3. Bande des Kataloges der Schlangen des britischen Museums (p. 398) bei der typischen Form von *Calliophis maclellandii* zwischen 212 bis 240, bei der Var. *univirgatus* Gthr. zwischen 182 bis 231, die der Subcaudalia zwischen 25 bis 34. Das hier beschriebene Exemplar besitzt 39 Subcaudalia.

Ich zweifle daher nicht, daß die beiden von Herrn J. Van Denburgh l. c. als *C. swinhonis* n. sp. beschriebenen Exemplare mit 230 und 219 Ventralia und 34 und 41 Subcaudalia zur Art *C. maclellandii* (Reinh.) gehören, mit der sie in allen wesentlichen Merkmalen, auch in der Körperzeichnung, übereinstimmen.

Die geringe Zahl der Ventralia (207) bei unserem Exemplare von Suishario macht die von L. Stejneger gemachte Bemerkung (»Herpetol. of Japan and adjacent Territory«, Washington 1907, p. 293) über die große Kluft, die bezüglich der Zahl der Ventralia zwischen den Exemplaren von Formosa und jenen von China und Indien bemerkbar ist, hinfällig.

30. Amblycephalus formosensis Van Denb.

Ambycephalus formosensis Van Denb., Proc. Calif. Ac. Sc., Ser. 4, Vol. 3, p. 55 (1909).
Psammodynastes compressus Masamitsu Oshima, Annot. Zool. Jap. Tokyo, Vol. 7, p. 201.

24 Exemplare von Kosempo, Suishario und Alikong, 180 bis 590 *mm* lang.

Rostrale nur wenig breiter oder ebenso breit wie hoch, bei oberer Ansicht des Kopfes nur als eine schmale Linie oder nicht sichtbar. Internasalia stets kleiner als die Präfrontalia, deren Größe übrigens ein wenig variiert. In der Regel ist die Sutur zwischen ersteren bedeutend länger, bei einigen wenigen Exemplaren aber nur ebenso lang wie die zwischen den Präfrontalia, die mit ihrer hinteren äußeren Ecke bis unmittelbar an den vorderen Augenrand in seinem obersten Teile reichen. Frontale länger als breit, kürzer als die Parietalia, ebenso lang oder in der Regel länger als sein Abstand vom vorderen Kopfende. Nasale nicht geteilt. Loreale klein, etwas schräge gestellt.

Das Präoculare zeigt zuweilen eine Neigung zur Trennung in zwei Querhälften. Den ganzen unteren Augenrand begrenzt ein einziges, sehr schmales, langes Suboculare, den hinteren Augenrand 1 bis 2 Postocularia. Supraoculare durchschnittlich halb so lang wie das Frontale. Temporalia 2—3 + 3.

Supralabialia 7, das letzte derselben sehr lang. Sie sind durch das lange Suboculare von der Bildung des unteren Augenrandes ganz ausgeschlossen.

Die Parietalia variieren bedeutend an Länge, sind daher zuweilen bedeutend länger oder nur ebenso lang wie ihr Abstand vom vorderen Kopfende.

Bei 1 Exemplare von 526 *mm* Länge hat sich abnormer Weise etwa in der Mitte des Innenrandes der Parietalia je ein sehr kleines Schildchen abgelöst, von denen das eine etwas größer als das andere ist. Bei eben diesem Exemplare hat sich ferner das hintere Endstück der Parietalia nach der Form einer Schuppe abgetrennt.

Auch bei dem von Van Denburgh beschriebenen typischen Exemplare von Kansherei wird das Vorkommen eines kleinen Interparietale erwähnt, das jedoch nichts weniger als charakteristisch für diese Art ist.

Das erste Paar der Infralabialia verschmälert sich in der Regel nach innen zu einer Spitze, mit der sie in der Regel knapp aneinanderstoßen; viel seltener kommt es zur Bildung eines kurzen Innenrandes, an dem die Infralabialia des 2. Paares einander berühren. Ausnahmsweise bleiben sie von einander eine kurze Strecke lang entfernt und es steht das Mentale in Kontakt mit dem ersten Paar der Submentalia, so bei dem typischen, von Van Denburgh beschriebenen Exemplare im Museum von San Francisco, Kalifornien, und einem von den zahlreichen Exemplaren des Wiener Museums.

3 Paare großer Kinnschilder, die des ersten Paares sind länger als breit und viel länger als die der übrigen Paare. Rumpf komprimiert. Rumpfschuppen in 15 Längsreihen. Schuppen der medianen Reihe nicht immer deutlich größer, namentlich breiter als die der angrenzenden Reihe.

Bei dem von Van Denburgh beschriebenen einzigen typischen Exemplare sind sämtliche Rumpfschuppen ungekielt, ebenso auch bei der Mehrzahl der von uns untersuchten Exemplare, bei den übrigen aber sind die Schuppen der 7 bis 9 oberen Reihen ganz deutlich, zuweilen selbst scharf gekielt, so daß für die *Amblycephalus*-Arten das Vorkommen oder die Abwesenheit von Kielen auf den Rumpfschuppen der oberen Reihen als Unterscheidungsmerkmal nicht gut verwendbar ist.

Ventralia 163 bis 181; Subcaudalia paarig, 64 bis 80. Anale einfach.

In der Zeichnung und Färbung stimmt *A. formosensis* mit der Mehrzahl der übrigen *Amblycephalus*-Arten überein. Die Oberseite des Kopfes ist bald mehr bald minder dunkelbraun und überdies häufig dicht dunkelviolett gesprenkelt. Rumpf in der Regel hellbraun. Eine schwärzlichbraune Linie zieht vom unteren Augenrande schräge zum oberen Mundrand, eine zweite beginnt am hinteren Augenrande und begrenzt von da ab die Oberseite des Kopfes nach außen. Weiter zurück senkt sie sich an der Halsgegend etwas herab und vereinigt sich in dieser zugleich mit der dunklen Linie, die von dem hinteren Ende jedes der

beiden Parietalia schräge herabzieht, mit der ziemlich breiten Längsbinde der Halsseiten. Zahlreiche schmale, mehr minder schräge nach hinten geneigte dunkelbraune Querbinden am Rumpfe und Schwanze. Häufig nehmen sie an den Seiten des Rumpfes nur die Länge einer Schuppe ein und werden stets gegen die Rückenlinie zu breiter.

Unterseite des Körpers weißlich gelb und mit dunkelbraunen punktartigen Fleckchen unregelmäßig, mehr minder dicht gesprenkelt. Fast regelmäßig liegt eine Punktreihe am Seitenrande des Bauches.

Nach der großen Anzahl der Ventralia und Subcaudalia sowie der Kielung der Rückenschuppen zu schließen, scheint mir *A. formosensis* vielleicht näher mit *A. carinatus* als mit *A. moellendorfii* verwandt zu sein, wenngleich das Präfrontale wie bei letztgenannter Art bis zum vorderen Augenrande herantritt.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia	Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia
♂ 590 *mm*	132 *mm*	181	77	♂ 470 *mm*	107 *mm*	163	73
♂ 567	142	172	76	♂ 470	118	171	80
♂ 495	115	175	74	[1] 274	66	171	80
♂ 485	120	164	73	♂ 255	52	180	73
♂ 480	113	170	73	180	37	165	70

[1] Typisches Exemplar von Kanshirei.

31. Ancistrodon acutus (Gthr.).

Habys acutus Gthr., Ann. u. Mag. Nat. Hist., Ser. VI, Vol. I, p. 171, pl. XII (1888), und in Pratt, Snows of Tibet, p. 248 (1892).
Ancistrodon acutus Blgr., Cat. Snak. Brit. Mus., Vol. III, p. 524 (1896).
— — Blgr. Capt. F. Wall. Prodr. Snak. hitherto record. from China, Jap. u. the Loo Choo Isl., Proc. Z. S. Lond. 1902, p. 93.
Agkistrodon acutus (Gthr.) Van Denb., New et previously unrec. spec. of Rept. et Amph. from formosa, Proc. Calif. Ac. of Sc. Se. IV, Vol. III (1909), p. 55.
— — Masamitsu Oshima, Annot. List of. Formosan Snak. in Annot. zoolog. Jap. Tokyo, Bd. 7 (1910), p. 205.

6 Exemplare von 460 bis 815 *mm* Länge von Kosempo und Alikang in Sauters' Sammlung; nach Masamitsu Oshima befinden sich Exemplare derselben Art bis zu 1380 *mm* Länge im Museum zu Taihoku (Taipeh) von Koshun, Hoppo, Taichu, Horisha und Shinko; im Museum von S. Francisco (Kalifornien) Exemplare von Koshun und Shinchika. Das größte der im britischen Museum aufbewahrten Exemplare aus China ist 1500 *mm* lang.

Kopf dreieckig, nach vorne stark zugespitzt, zirka $^2/_3$mal länger als breit. Ein hornartiger häutiger Anhang an der Schnauze, dessen ganze Vorderseite von dem hohen Rostrale (nach Boulenger von dem Rostrale und einem von diesem getrennten 2. Schild) und dessen Hinterseite von den Internasalia bedeckt ist. Schilder an der Oberseite des Kopfes granuliert. Frontale länger als breit, ebenso lang oder ein wenig kürzer als die Präfrontalia und ebenso breit, seltener minder breit wie ein Supraoculare.

Die Parietalia sind länger als das Frontale und zeigen eine starke Neigung zur Lostrennung einzelner seiner Teile nächst dem Innenrande sowie insbesondere nächst seinem hinteren Ende zu separaten Schildern. So ist bei einem großen Exemplare am Innenrande der Parietalia ein ziemlich großer Teil als ein paariges Interparietale abgetrennt. Bei drei kleineren Exemplaren bemerkt man gleichfalls ein bald kleineres bald größeres paariges Interparietale; überdies ist jedes der beiden Parietalia der Länge nach vollständig in 2 Schilder (ein vorderes und ein hinteres Parietale) gespalten, von denen bei einem dieser 3 Exemplare die hintere kleinere Parietalhälfte von der der entgegengesetzten Seite durch eine Längsreihe sehr kleiner Schildchen getrennt ist, welche also direkt auf die Interparietalia folgen. Nasale geteilt: hinter diesen liegen 3 Loricalia übereinander, von denen das obere, relativ viel größere nach hinten an das obere der beiden Präocularia stoßt. Die beiden übrigen kleinen Lorealia begrenzen die Zügelgrube nach vorne.

2 Prä-, 2 Subocularia. Das untere Präoculare ist niedriger als das obere und reicht nach vorne bis zur Zügelgrube. Das vordere der beiden Subocularia ist sehr kurz und von sehr geringer Höhe; es schließt sich an dasselbe nach vorne ein etwas längeres Schildchen an, welches wie das untere Präoculare bis zur Zügelgrube reicht und mit diesem letztere nach hinten begrenzt.

Das hintere Suboculare ist sehr groß, kahnförmig gebogen, nach hinten an Höhe zunehmend. Es bildet fast den ganzen unteren und zugleich einen kleinen Teil des hinteren Augenrandes.

1 Postoculare.

7 Supralabialia, von denen das 3. und nach ihm das 4. am größten und höchsten sind. Das 2. Supralabiale bildet die untere Hälfte des Vorderrandes der Zügelgrube. Längs über den 4letzten Supralabialia liegen 3 Temporalia in unterer Reihe, von denen das vordere größte nach unten in den dreieckigen Einschnitt, der vom Hinterrande des 4. und dem Vorderrande des 5. Supralabiale gebildet wird, sich einschiebt und nach vorne bis an den hinteren Rand des hinteren Suborbitale reicht.

11 Infralabialia, von denen die des ersten Paares hinter dem Mentale nach innen aneinander stossen. Körperzeichnung und Färbung wie bei den typischen chinesischen Exemplaren.

Oberseite des Kopfes intensiver dunkelbraun oder grauviolett als die Oberseite des Rumpfes; noch dunkler, zuweilen fast schwarz ist der Längsstreif, der vom hinteren Augenrand etwas schräge nach hinten und unten bis hinter die Mundwinkel herabreicht.

Die Grundfarbe des Rumpfes ist oben und seitlich mehr minder matt oder dunkel grauviolett und geht gegen die Analgegend zu allmählich in ein helles Semmelbraun über, welches auch die Grundfarbe des Schwanzes bildet.

Große dreieckige Flecken liegen an den Seiten des Rumpfes, die bei der Mehrzahl der uns vorliegenden Exemplaren ausnahmslos oben am Rücken mit ihrer oberen Spitze ziemlich breit aneinander stossen, bei anderen Exemplaren aber mit Ausnahme der vordersten Dreiecke getrennt bleiben und mit denen der gegenüberliegenden Rumpfseite alternieren.

Diese Flecken nehmen gegen die Längenmitte des Rumpfes allmählich an Größe zu, hierauf aber, namentlich anfänglich, bis zum Schwanzende etwas rascher an Umfang ab.

Die vorderen dieser Seitenflecken sind im obersten Endstück und nächst dem Seitenrande mehr minder intensiv dunkelbraun, im mittleren Teile hell semmelbraun und nächst der breiten Basis matt grauviolett; gegen das Rumpfende zu überwiegt aber allmählich immer mehr und mehr die braune Färbung in diesen Seitenflecken, ebenso am Schwanze, dessen hinterstes Längenviertel oder Längendrittel einfarbig grauviolett ist.

In der Regel sind alle diese Flecken an dem Seitenrande mit einer sehr zarten weißlichgrauen Linie scharf gesäumt. Unter diesen dreieckigen Flecken liegt eine Reihe doppelt so zahlreicher, scharf abgegrenzter, intensiv schwarzer, rundlicher oder ovaler Flecken auf den zwei untersten Schuppenreihen des Körpers und am seitlichen Teile der Bauchschilder.

Auch der mittlere Teil der weißlichgelben Bauchseite ist mit unter sich mehr minder großen, oft ganz unregelmäßen schwarzen Flecken besetzt, die übrigens lange nicht den Umfang der Flecken der unteren Seitenreihe des Körpers erreichen. Auf den vordersten Bauchschildern liegen nur schwarze Punkte in geringer Anzahl.

Die Zahl der dreieckigen Rumpfflecken nimmt mit dem Alter ein wenig zu und beträgt bei jüngeren Exemplaren 18 bis 19, bei älteren 20 bis 21 am Rumpfe und 6 bis 7 am Schwanze.

Rumpfschuppen in 21 Reihen; sie sind mit Ausnahme der schwach gekielten Schuppen der untersten Reihe stark tuberkelförmig gekielt. Anale einfach. Subcaudalia zum größten Teile paarig.

Schwanz komprimiert in seiner hinteren Längenhälfte; die Schuppen der untersten seitlichen Längsreihe, die längs über den Subcaudalia liegt, sind daselbst verhältnismäßig viel größer, namentlich höher als die der übrigen Reihen, die einander an Größe gleichen.

V. 152 bis 168. Subc. 52 bis 60.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia
♀ 813 *mm*	107 *mm*	168	$\frac{1}{1}+4+\frac{47}{47}$ (zus. 52)
♂ 725	115	152	$\frac{2}{2}+1+\frac{53}{53}$ (» 56)
♂ 565	83	158	$10+\frac{41}{41}$ (» 51)
♂ 640	98	164	$6+\frac{53}{53}$ (» 59)
♂ 540	86	153	$10+\frac{47}{47}$ (» 57)
♂ 465	72	155	$9+\frac{50}{50}$ (» 59)

32. Lachesis (Trimeresurus) monticola (Gthr.) Blgr.

1 erwachsenes Exemplar von 475 *mm* Länge und 3 junge Exemplare von Suishario.

8 Schuppen zwischen den Supraocularia; 10 Supralabialia, von denen das 2. den Vorderrand der Lorealgrube bildet. 3 Schuppenreihen zwischen dem Auge und den Supralabialia. Die Internasalia stoßen aneinander. Nasale geteilt.

Rostrale ebenso hoch wie lang, bei oberer Ansicht des Kopfes nur als eine schmale Linie bemerkbar. Auge klein, Supraorbitale länger als das Auge. 3 Schilder zwischen dem vorderen Ende des Supraorbitale und dem mehr als 2mal größeren Internasale. Canthus rostralis stumpf. 2 Schuppen längs unter der Schnauzenkante zwischen dem vorderen Augenrande und dem hinteren Nasale. Schuppen an der Oberseite des Kopfes klein, nebeneinander gelagert.

Rumpfschuppen der oberen Längsreihen schwach gekielt.

Oberseite des Kopfes hellbraun; ein medianer dunkelbrauner Längsstrich am Nacken. Eine tief schwarzbraune Binde zieht vom hinteren Augenrande etwas schräge bis zu den Seiten des Halses herab, eine zweite vom Mundwinkel zum oberen Rande des 4. und 5. Bauchschildes. Eine dritte schräge Binde läuft vom unteren Augenrande zum 5. und 6. Infralabiale. Längs über der Schläfenbinde liegt eine nicht scharf umrandete Randzone, die ein wenig heller als die Grundfarbe der Kopfoberseite ist.

Die Querbinden an der Oberseite des Rumpfes verschieben sich mehr minder mit ihren seitlichen Hälften gegeneinander und bilden, hie und da zusammenfließend, ein Zickzackband. Zwischen diesen dunklen Querbinden ist der Rücken kupferfarben. Seiten des Rumpfes grauviolett mit 2, stellenweise 3 Reihen schwarzer Flecken. Die Flecken der 2 oberen Reihen sind sehr variabel an Form und Größe, zuweilen strichelartig in die Länge gezogen und stets sehr bedeutend kleiner als die rundlichen oder ovalen Flecken der unteren Reihe, deren Ränder ein wenig sternförmig ausgezackt sind. Bauchschilder seitlich am aufsteigenden Teile teilweise unregelmäßig matt schokoladefarben gefleckt, im mittleren Teile wie bestäubt.

Rumpfschuppen in 25 bis 27 Reihen. Anale ungeteilt. Subcaudalia paarig.

In der Körperzeichnung stimmt das hier beschriebene große Exemplar fast ganz genau mit den von J. Fayrer gegebenen Abbildung (»The Thanalophodia of India«, London 1872, Pl. 15) überein.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia
♂ 475 *mm*	66 *mm*	149	39
252	32	145	45
196	28	146	44
179	32	147	50

Als ein zweiter sicherer Fundort dieser Art auf Formosa ist Tapposha, Mt. Arizan in Zentralformosa (Barbour, Proc. N. Engl. Zool. Club, Vol. 4, p. 74, 1909) erwähnt.

33. Lachesis (Trimeresurus) mucrosquamatus Cant.

Diese Art ist über ganz Formosa verbreitet und scheint überaus häufig zu sein. Die Sauter'sche Sammlung enthält zahlreiche Exemplare von Kosempo, Suishario, Kankau, Trihorin, Alikang, von denen das größte, ein ♀, 1280 *mm* lang ist.

Das britische Museum besitzt Exemplare von Zentral- und Südformosa.

Rostrale ebenso hoch wie breit oder ein wenig breiter als hoch und bei oberer Ansicht des Kopfes nur als eine schmale Linie bemerkbar. 2 bis 4 Schüppchen trennen die kleinen Internasalia. 13 bis 16 Schuppen zwischen den bald größeren bald kleineren Subocularia.

Supralabialia 8 bis 11, in den meisten Fällen 9; das 2. bildet den Vorderrand der Lorealgrube und das schlanke 2. und 3. der Präocularia den oberen und unteren Rand derselben. 13 bis 14 Infralabialia; 3, selten 4 Schuppenreihen zwischen dem unteren Augenrande und den Supralabialia. Nasale ganz oder halb geteilt.

Schuppen an der Oberseite des Kopfes sehr klein, in der Schnauzengegend in der Regel körnig, gewölbt, die folgenden wie die größeren der Schläfengegend gekielt.

Rumpfschuppen in 25 bis 27 Reihen, stark gekielt. Bei manchem Exemplare erhöhen sich die Kiele in ihrer vorderen und hinteren Höhenhälfte ein wenig wie zu einem winzigen Stachelchen bei mittlerer Depression des Kieles.

Die ganze Oberseite des Kopfes mit Ausnahme eines breiten hellgrauen Streifes längs über dem schmalen, scharf umgrenzten, dunkel grau- oder braunvioletten Streif, der vom hinteren Augenrande schräge nach hinten und unten bei den Mundwinkeln vorüber zum hinteren seitlichen Kopfende zieht, ist bald mehr bald minder intensiv braun. In letzterem Falle tritt die ziemlich breite, stets dunklere Umrandung derselben stark hervor, und beginnt bereits in der Internasalgegend. Zuweilen liegen 2 sehr dunkle Streifen am Hinterhaupte, die vorne in der Kopfmitte sich spitzwinkelig vereinigen und nach hinten divergierend an dem Beginne der Halsgegend endigen.

Zahlreiche dunkle Querbinden am Rücken, deren Hälften stellenweise sich gegeneinander mehr minder stark verschieben und zuweilen mit der folgenden Querbinde zu einer kürzeren oder längeren Zickzackbinde zusammenfließen. Unter diesen liegt an den Seiten des Rumpfes eine Reihe ziemlich großer Flecken, die sich bei manchen Exemplaren in zwei übereinanderliegende Reihen auflösen, von denen die untere ganz oder teilweise auf den aufsteigenden Teil der Ventrale fällt.

Anale ungeteilt. Subcaudalia paarig, nur in sehr seltenen Fällen sind einige wenige (2) der vorderen Subcaudalia einfach. Die Zahl der Ventralia und Subcaudalia ist nur geringen Schwankungen unterworfen, wie nachfolgende Tabelle zeigt. Der Kopf nimmt nach vorne ziemlich gleichmäßig an Breite ab und endigt daselbst ziemlich zugespitzt. Die größte Kopfbreite gleicht genau oder nahezu der Hälfte der Kopflänge.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia	Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia
♀ 990 *mm*	187 *mm*	208	91	♀ 810 *mm*	165 *mm*	214	89
♀ 920	181	212	85	♂ 690	127	206	95
♀ 900	167	207	92	♀ 615	113	204	90
♀ 890	157	208	89				

Mit Einbeziehung der Exemplare des britischen Museums von Formosa (somit mit Ausschluß zweier Exemplare unbekannten Fundortes aus Belcher's Sammlung) schwankt die Zahl der Ventralia nur zwischen 200 bis 214 und die der Subcaudalia zwischen 85 bis 95.

Das von Dr. Boulenger angeführte Exemplar mit nur 76 Subcaudalia hat wahrscheinlich einen gut verheilten Stummelschwanz. wie das im Wiener Hofmuseum befindliche größte Exemplar dieser Art von Taihorin mit 71 Subcaudalia, dessen Totallänge 1280 *mm* bei einer Schwanzlänge von 201 *mm* Länge beträgt.

Fig. 19.

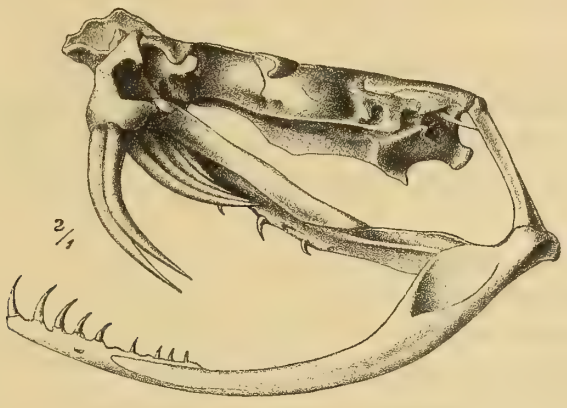


Fig. 20.

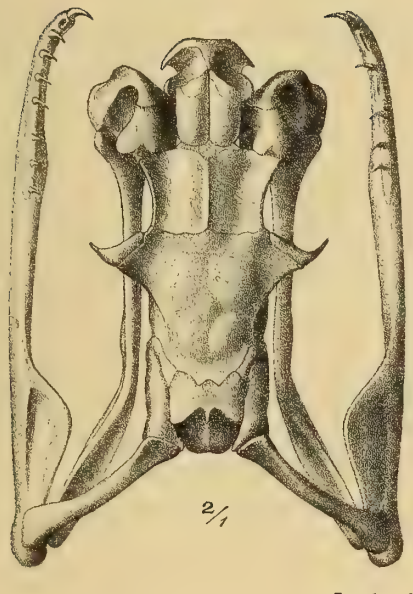
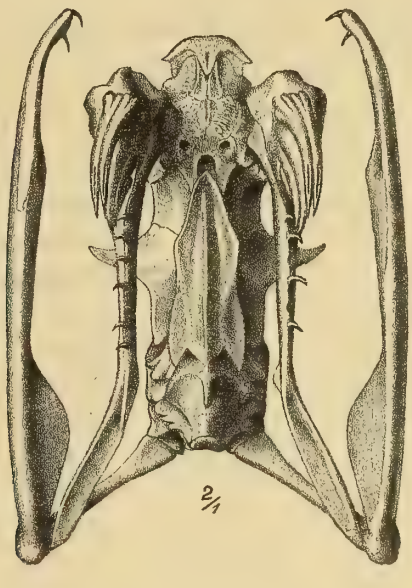


Fig. 21.



Lachesis (Trimeresurus) mucrosquamatus.

Fig. 19. Seitliche, Fig. 20. Obere, Fig. 21. Untere Ansicht des Schädels, 2 mal vergr.

34. Lachesis (Trimeresurus) gramineus (Shaw).

9 Exemplare von Kosempo und Suishario in Sauter's Sammlung. Masamitsu Oshima gibt als weitere Fundorte auf Formosa an: Kuraru, Koshun, Horisha Banshiro, Kagi, Taichu, Hoppo; nach Barbour kommt sie bei Bankoro in Zentralformosa, nach Stejneger in Taihoku (Taipa), wie überhaupt in Nordformosa häufig vor.

Bei sämtlichen formosanischen Exemplaren unserer Sammlung zieht eine gelbliche Linie längs der untersten Schuppenreihe der Rumpfseiten hin, die sich zuweilen nach vorne bis unter das Auge fortsetzt, häufig aber in der Halsgegend endigt.

Rostrale ebenso hoch wie breit oder ein wenig breiter als hoch, in der Regel ein wenig auf die Oberseite des Kopfes übergreifend.

Die beiden Internasalia sind bei manchen Exemplaren nicht viel größer als die nach hinten sich anschließenden Randschuppen des *Canthus rostralis* und vorne voneinander durch 1 bis 3 Schüppchen getrennt. Nasale ungeteilt.

10 bis 11 Supralabialia, von denen das 2. den Vorderrand der Lorealgrube bildet. 3 Präocularia, die beiden unteren verhältnismäßig lang und niedrig, nach vorne divergierend und die Lorealgruben nach oben und unten begrenzend.

Das obere Präoculare ist häufig kürzer als die beiden anderen. Ein langes Suboculare, teilweise auch mit dem unteren Präoculare verschmolzen zeigt am unteren Rande 1 bis 2 Einbuchtungen, die auf die Vereinigung von 2 bis 3 Schildern hindeuten. 2 bis 4 Postocularia, 12 bis 13 Infralabialia.

Zwischen dem Suboculare und den Supralabialia liegen vorne 1, dann 1 bis 2, zuletzt 3 Schuppen übereinander.

Supraoculare schmal, mehr minder lang, von dem der entgegengesetzten Kopfseite durch 12 bis 15 Schüppchen in einer Querreihe getrennt.

Schuppen an der Oberseite des Kopfes auf der Stirn und Schnauze glatt, weiter zurück und in der Schläfengegend zart gekielt. Rumpfschuppen in 21 Längsreihen.

Ventralia bei den im Wiener Museum befindlichen formosanischen Exemplaren 162 bis 169, Subcaudalia 60 bis 71.

Das größte der bisher in Formosa beobachteten Exemplare ist 800 *mm* lang. Masamitsu Oshima führt bei einem 487 *mm* langen Exemplare von Koshun nur 131 Ventralia an, bei 16 anderen formosanischen Exemplaren 158 bis 169, Dr. Boulenger bei 7 Exemplaren von Formosa 151—163.

V. 151—169, Subc. 60—71.

Totallänge	Schwanzlänge	Ventralia	Subcaudalia
♀ 730 *mm*	145 *mm*	162	71
♀ 710	126	167	63
♀ 700	132	163	70
♀ 670	123	164	70
♂ 640	102	166	60
♀ 625	145	169	61
♀ 542	111	163	70
♂ 480	95	168	63

Nachtrag.

35. Tropidonotus chrysargus Schleg.

2 Exemplare von Nordformosa. Coll. Sauter.

36. Tropidonotus stolatus (Lin.).

2 Exemplare, 225 und 550 *mm* lang. Coll. Sauter.

V. 148 und 149. C. 69 und 74.

37. Naja naja (L.) var. atra Cant.

1 Exemplar ♀, 1024 *mm* lang, von Kankau. Coll. Sauter.

V. 175, C. 43. Schwanzlänge 175 *mm*. 25 Längsschuppenreihen am Nacken, 21 in der Mitte der Rumpflänge.

Rechts 9, links 8 Infralabialia, Supralabialia 7, von denen das 3. und 4. den unteren Augenrand bilden und das 3. zugleich mit dem Präoculare das Auge nach vorne begrenzen.

1 Prä- und 3 Postocularia. Temporalia 2 + 1. Rostrale zirka 10 *mm* breit, 7 *mm* hoch. Parietalia 13 *mm* lang, $10^1/_2$ *mm* breit, Frontale $8^1/_2$ *mm* lang, 7 *mm* breit, Augenlänge 5 *mm*, Internasalia 7, Präfrontalia 9 *mm* lang.

14 schmale gelbbraune Querbinden, am vorderen und hinteren Rande schwarz gesäumt, an den Seiten des Rumpfes. Grundfarbe des Rückens braunviolett, gegen den Schwanz an Intensität der Färbung zunehmend. Der brillenförmige Nackenfleck ist semmelfarben. Bauchseite schwärzlich, nur die 8 ersten und das 11.—15. Bauchschild sind gelb, das 9. und 10. violett.

Übersicht der bisher von Formosa bekannten Schlangenarten.

* 1. *Typhlops braminus* (Daudin) Cuv.
* 2. *Sibinophis collaris* (Gray) Stejn.
* 3. *Tropidonotus stolatus* (Linné) Boie.
* 4. — *piscator* (Schn.) Boie.
* 5. — *annularis* Hallow.
* 6. — *swinhonis* Gthr.
° * 7. — *sauteri* Blgr.
* 8. *Macropisthodon rudis* Blgr.
° 9. *Achalinus formosanus* Blgr.
° * 10. *Achalinopsis sauteri* n. g., n. sp.
* 11. *Pseudoxenodon macrops* (Blyth) Blgr.
* 12. *Dinodon rufozonatus* (Cantor) Pet.
* 13. — *septentrionalis* Gthr. var. *ruhstreati* Fisch.
14. *Zoacys dhumnades* (Cantor) Cope.
* 15. — *nigromarginatus* (Blyth.) Gthr.
* 16. *Zamenis (Ptyas) korros* (Schleg.) Blgr.
17. — — *mucosus* (Lin.) Blgr.
* 18. *Coluber porphyraceus* Cantor.
* 19. — *taeniurus* (Cope.) Blgr.
* 20. — *phyllophis* Blgr.
21. — *rufodorsatus* (Cant.) Gthr.
* 22. *Holarchus formosanus* (Gthr.) Stejn.
° * 23. *Oligodon sauteri* Steind.
° * 24. — *ornatus* Van Denb.
* 25. *Liopeltis semicarinata* (Hallow.) Stejn.
* 26. — *major* (Gthr.) Stejn.
* 27. *Calamaria pavimentata* D. B.
28. *Hypsirhina plumbea* (Boie) Gray.
29. — *bennettii* (Gray).
30. — *enhydris* (Schneid.) D. B.
31. *Cerberus rhynchops* (Schneid.) Gehr.
° * 32. *Boiga kraeplinii* Stejn.
* 33. *Psammodynastes pulverulentus* (Boie) D. B.
* 34. *Distira spiralis* (Shaw) F. Wall var. *melanocephala* (Gray pt., Blgr.)
* 35. — *ornata* (Gray) Blgr.
36. — *cyanocincta* (Dand.) Blgr.
37. — *viperina* (Schmidt) Blgr.
* 38. *Laticauda*[1] *semifasciata* (D. B.) Stejn. = *Platurus schistorhynchus* Gthr.
39. — *laticaudata* (Lin.) Stejn.
40. *Emidocephalus ijimae* Stejn. Wall.[2]
41. *Hydrus platurus* (Lin.) Blgr. = *Belamydrus platurus* (Lin.) Stejn.[3]
42. *Bungarus candidus* (L.) Cant. var. *multicinctus* Blyth. Blgr.
43. *Naja naja* (Lin.) Stejn. var. *atra* Cant. (= *N. tripudians* Merr. var. *atra* Cant.
* 44. *Calliophis macclelandii* (Reinh.) Gthr.
° * 45. *Amblycephalus formosensis* V. Denb.
* 46. *Ancistrodon acutus* (Gthr.) Blgr.
* 47. *Lachesis (Trimeresurus) monticola* (Gthr.) Blgr.
* 48. — *mucrosquamatus* (Cantor) Blgr.
* 49. — — *gramineus* (Shaw) Blgr.
* 50. *Tropidonotus ehrysargus* Schleg.

(Die mit einem * bezeichneten Arten befinden sich in den Sammlungen des Hofmuseums in Wien. Die durch ° gekennzeichneten Arten sind bisher nur von Formosa bekannt.

[1] *Lalicauda* Laur. 1768 = *Platurus* Latz 1802.

[2] Boulenger hält *Emidocephalus ijimae* im Gegensatze zu Stejneger und F. Wall für identisch mit *E. annulatus* Krefft.

[3] Stejneger ist der Ansicht, daß nach den internationalen Regeln der Nomenklatur *Coluber hydrus* Pall. = *Tropidonotus tessellatus* (Laur.) als Type von Schneider's Gattung *Hydrus* angenommen werden müsse (s. Stejneger »Formosan Batrachrans and Reptiles« in Proc. U. St. Nat. Mus., Vol. 38, p. 111, 1910), schlägt daher den neuen Gattungsnamen *Pelamydrus* für *Hydrus platurus* vor.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1—7. *Achalinopsis sauteri* Steind. (Fig. 1—4 zweimal, Fig. 5—7 fünfmal vergrößert.)

» 8—10. *Oligodon sauteri* Steind., 2 mal vergrößert.

Tafel II.

Macropisthodon rudis Blgr. ad. et jun.

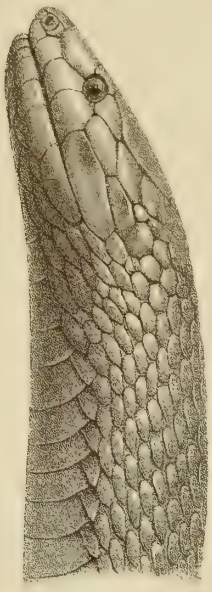
Tafel III.

Pseudoxenodon macrops (Blyth) Blgr.

Tafel IV.

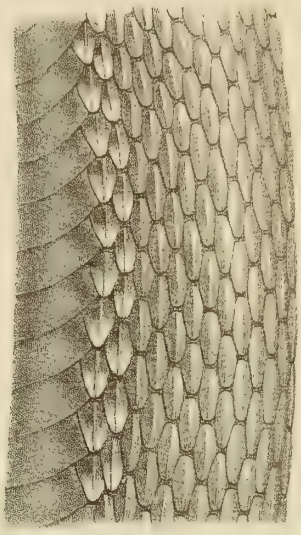
Pseudoxenodon macrops var. *sauteri*.

2/1

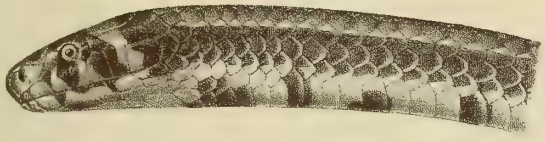


2/1

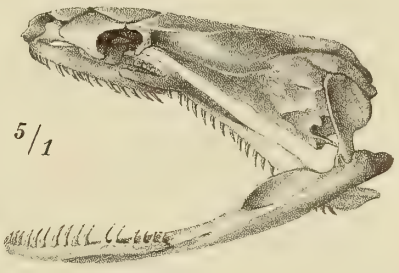
2/1



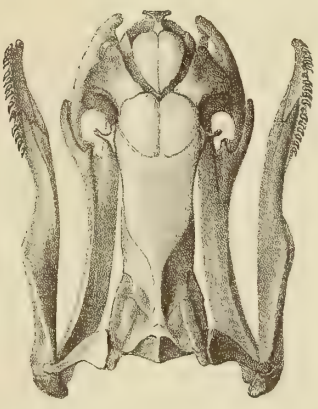
2/1



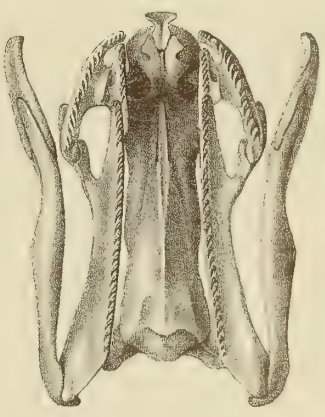
5/1



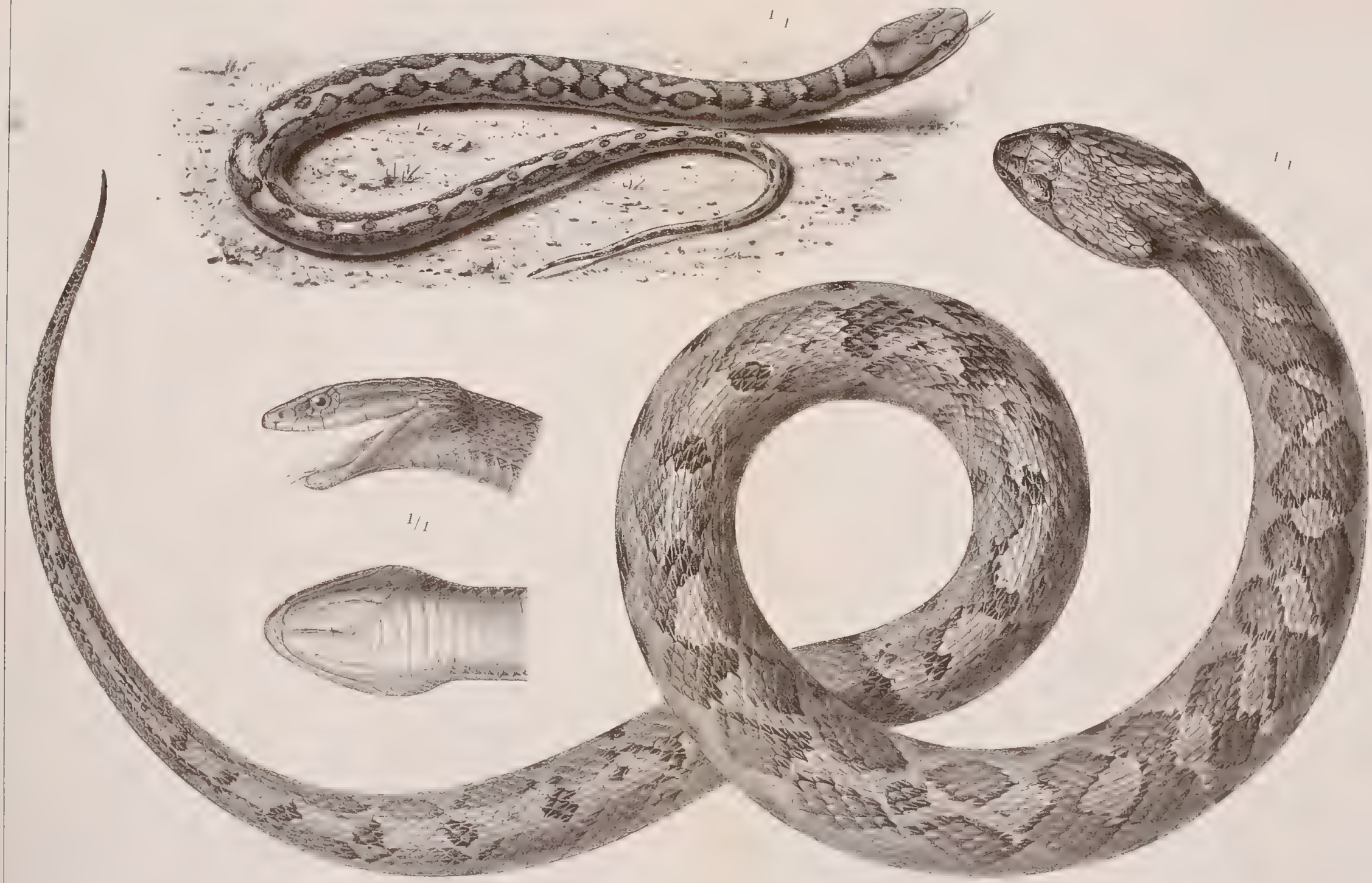
2/1



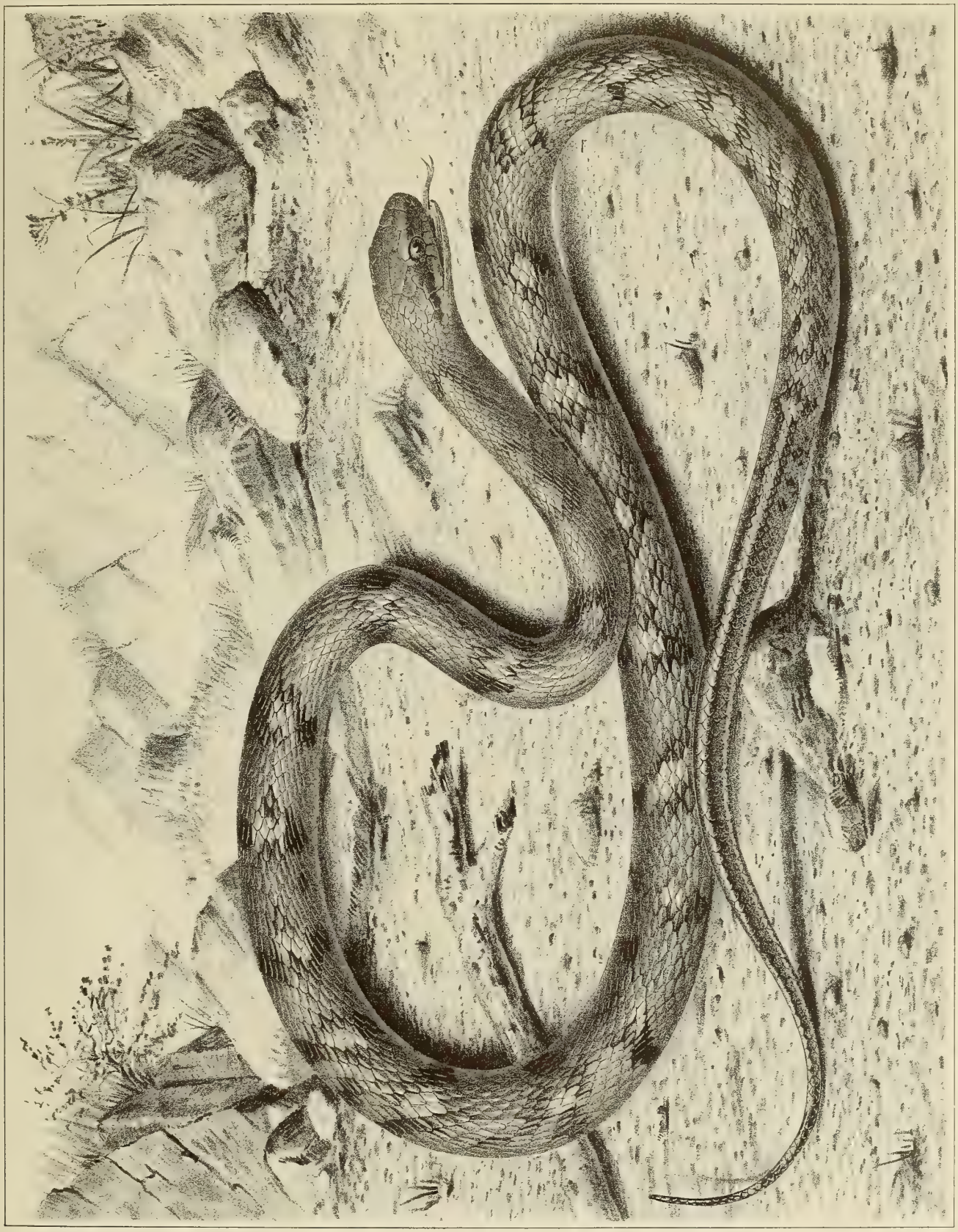
5/1



Jos. Fleischmann, n. d. Nat. gez.

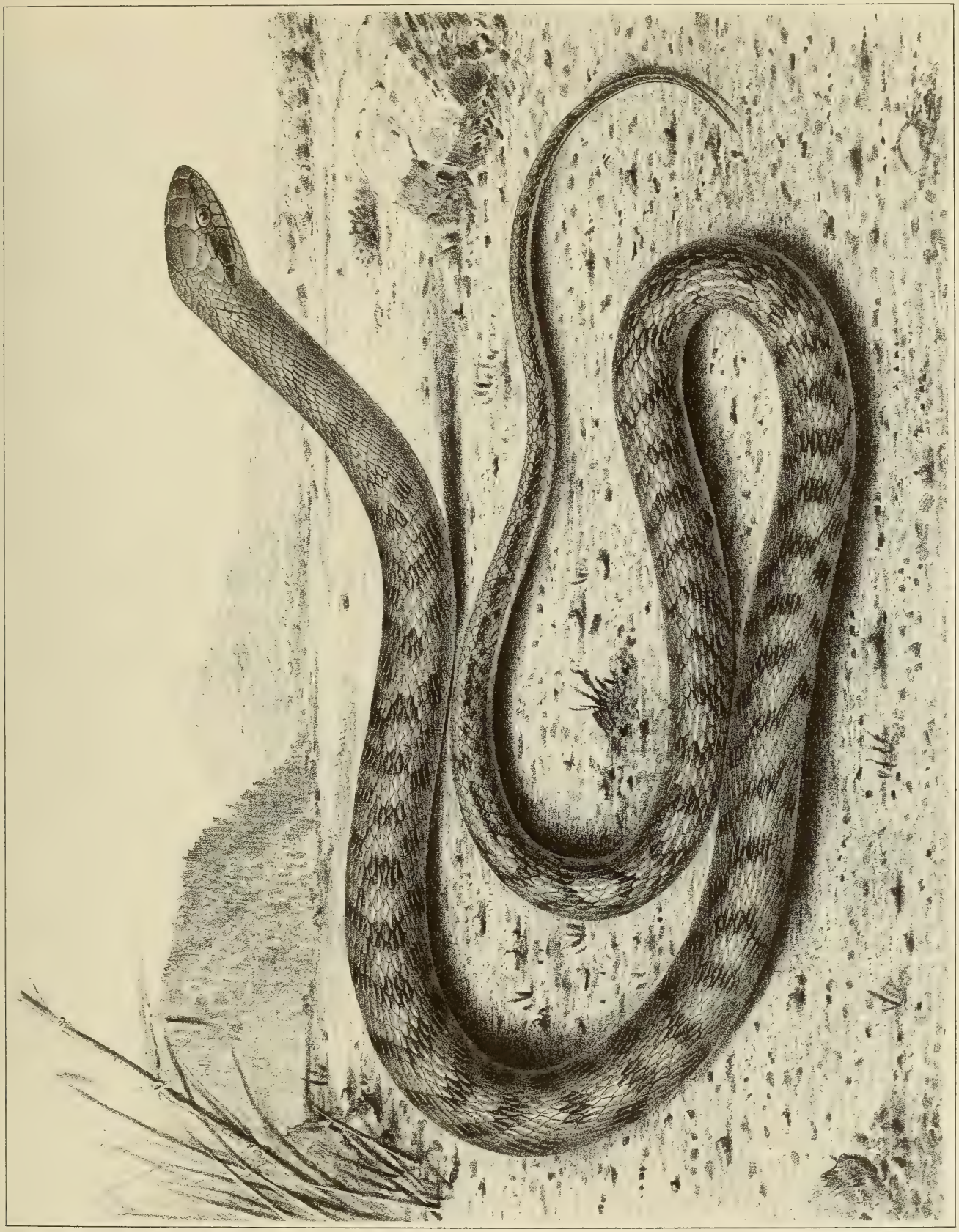


Jos. Fleischmann, n. d. Nat. gez.



Jos. Fleischmann, n. d. Nat. gez.

Druck aus der k. k. Hof- u. Staatsdr.



Jos. Fleischmann, n. d. Nat. gez.

Druck aus der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei

RACHITIS UND EPITHELKÖRPERCHEN

VON

DR. J. ERDHEIM

ASSISTENTEN AM PATHOLOGISCH-ANATOMISCHEN INSTITUT ZU WIEN (VORST. HOFR. PROF. WEICHSELBAUM)

Mit 11 Tafeln und 16 Textfiguren

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 16. OKTOBER 1913

INHALTSVERZEICHNIS.

Seite

Einleitung . . . . . 3 [365]

I. Rachitische Veränderungen der Rippen . . . . . 7 [369]

1. Normale Rippen . . . . . 7 [369]

A. Kasuistik, Fall 1 bis 8 . . . . . 7 [369]

B. Das histologische Bild der normalen Rippe . . . . . 26 [388]

a) Rippen in der Wachstumsperiode . . . . . 27 [389]

b) Rippen mit abgeschlossenem Wachstum . . . . . 41 [403]

c) Über einige Wachstumserscheinungen an normalen Rippen . . . . . 46 [408]

2. Rachitische Rippen . . . . . 52 [414]

A. Kasuistik, Fall 9 bis 23 . . . . . 52 [414]

B. Das histologische Bild der rachitischen Rippe . . . . . 82 [444]

C. Über die Kombination von Rachitis mit Marasmus . . . . . 129 [491]

II. Rachitische Veränderungen der Zähne . . . . . 134 [496]

1. Normale Backenzähne . . . . . 135 [497]

A. Kasuistik, Fall 1 bis 8 . . . . . 135 [497]

B. Das histologische Bild der normalen Backenzähne . . . . . 138 [500]

2. Rachitische Backenzähne . . . . . 140 [502]

A. Kasuistik, Fall 9 bis 23 . . . . . 140 [502]

B. Das histologische Bild der rachitischen Backenzähne . . . . . 147 [509]

3. Normale Nagezähne . . . . . 157 [519]

A. Kasuistik, Fall 1 bis 8 . . . . . 157 [519]

B. Das histologische Bild der normalen Nagezähne . . . . . 159 [521]

Seite

4. Rachitische Nagezähne . . . . . 163 [525]
A. Kasuistik, Fall 9 bis 23 . . . . . 163 [525]
B. Das histologische Bild der rachitischen Nagezähne . . . . . 172 [534]

III. Frakturheilung bei Rachitis . . . . . 182 [543]

1. Frakturheilung beim normalen Tier . . . . . 182 [544]
A. Kasuistik, Fall 1 bis 8 . . . . . 182 [544]
B. Das histologische Bild des Frakturcallus beim normalen Tier . . . . . 192 [554]

2. Frakturheilung bei rachitischen Tieren . . . . . 203 [565]
A. Kasuistik, Fall 9 bis 22 . . . . . 203 [565]
B. Das histologische Bild des rachitischen Frakturcallus . . . . . 218 [580]

3. Rachitische Spontanfrakturen der Rippen . . . . . 233 [595]
A. Kasuistik, Fall 9 bis 23 . . . . . 234 [596]
B. Das histologische Bild der rachitischen spontanen Rippenfraktur . . . . . 240 [602]

IV. Über das calcioprotektive Gesetz . . . . . 249 [611]

V. Epithelkörperchen bei Rachitis . . . . . 260 [622]

1. Epithelkörperchen bei normalen Tieren . . . . . 262 [624]
A. Kasuistik, Fall 1 bis 8 . . . . . 262 [624]
B. Größe und histologische Beschaffenheit der normalen Epithelkörperchen . . . . . 269 [631]

2. Epithelkörperchen bei rachitischen Tieren . . . . . 274 [636]
A. Kasuistik, Fall 9 bis 23 . . . . . 274 [636]
B. Größe und histologische Beschaffenheit der Epithelkörperchen rachitischer Tiere . . . . . 295 [657]

Figurenerklärungen auf den Tafeln I bis XI.

Literatur . . . . . 318 [680]

Einleitung.

Gelegentlich experimenteller Tetanieuntersuchungen fand ich zum ersten Male die bis dahin unbekannte Beziehung der Epithelkörperchen zum Kalkstoffwechsel. Es zeigte sich nämlich, daß bei der Ratte das Dentin des Nagezahnes, welches das ganze Leben kontinuierlich wächst, von dem Tage an, an dem man dem Tier die Ek. (= Epithelkörperchen) wegnimmt, nicht mehr oder nur unvollständig verkalkt.

Ich habe seitdem die Frage nach den Beziehungen der Ek. zum Kalkstoffwechsel stets im Auge behalten und war bestrebt, das Verhalten der Ek. des Menschen bei denjenigen Krankheiten zu untersuchen, bei denen Anomalien des Kalkstoffwechsels bestehen, also bei Osteomalacie und Rachitis.

In der Tat gelang es mir sehr bald in einer Reihe von Fällen bei Osteomalacie des Menschen in den Ek. Hyperplasie und Hypertrophie nachzuweisen, während beim rachitischen Kind die Untersuchungen auf Schwierigkeiten stießen.

In diesem Stadium der Bestrebungen eröffnete sich mir nun eine, sicheren Erfolg versprechende Gelegenheit, den Zusammenhang zwischen Rachitis und Ek. bei der Ratte zu beweisen. Es war dies gelegentlich noch nicht veröffentlichter Callusstudien, bei denen es mir auffiel, daß trotz gleich langer Heilungsdauer der Fraktur die Vereinigung der Fragmente bei einem Teil der Tiere bereits eingetreten war, bei einem anderen Teil der Tiere aber nicht. Im Obduktionsprotokoll der ersteren Tiere fand sich weiterhin stets die Angabe, die Ek. seien makroskopisch von normaler Größe, während bei den letzteren Tieren die Ek. konstant sehr beträchtlich vergrößert waren. Die nähere Untersuchung ergab ferner, daß die Tiere mit der rasch heilenden Fraktur und normal großen Ek. ein normales Skelett und transparente Nagezähne besaßen, die mit der verzögerten Frakturheilung und den vergrößerten Ek. an spontaner Rachitis litten, einen Rosenkranz, oft zahlreiche spontane Rippenfrakturen und völlig opake Nagezähne aufwiesen, wie sie in typischer Weise auch nach der Ek.-Exstirpation gefunden werden.

Nach dieser gelegentlichen Beobachtung war es klar, daß bei der Ratte die spontane Rachitis mit einer auffallenden Vergrößerung der Ek. einhergehe und darum dieses Tier besonders geeignet sei, den schon seit langem angestrebten Beweis für den Zusammenhang der Rachitis mit den Ek. zu erbringen.

Der Arbeitsplan war der folgende: Verarbeitet wurden 8 normale und 15 rachitische Ratten. Für die Unterscheidung zwischen normalen und rachitischen in vivo erwiesen sich die Nagezähne als ganz verläßlich, denn sie sind beim normalen Tier transparent, beim rachitischen opak. Aus den im Abschnitt über den Kallus angegebenen Gründen wurden 15 Tage vor der Tötung jedem Tier eine oder beide Fibulae gebrochen. Bei der Obduktion wurde auf die Größe der Ek. geachtet und die in toto entnommenen Halsorgane in der Weise histologisch verarbeitet, wie dies im Abschnitt über die Ek. angegeben ist. Ferner wurden die Nage- und Backenzähne histologisch nach Entkalkung in Salpetersäure untersucht. Wie uns vielfältige Erfahrungen gelehrt haben, lassen sich die Kalkverhältnisse an den Zähnen trotz Salpetersäureentkalkung sehr gut beurteilen. Endlich wurde die gebrochene Fibula und eine Anzahl Rippen untersucht, Fibula und Rippen wurden, nach eintägiger Formolfixation, in Müller'scher Flüssigkeit bei 36° entkalkt, wozu meist wenige Tage genügten.

Aus dem Arbeitsplan geht hervor, daß die vorliegende Mitteilung in die folgenden Teile zerfällt. 1. Die rachitischen Veränderungen der Rippen, 2. der Zähne. 3. Frakturheilung bei Rachitis. Jedem dieser drei Abschnitte sind die Untersuchungen an den normalen Tieren vorausgeschickt, die wir uns als Basis für die Beurteilung der rachitischen Veränderungen erst schaffen mußten. Im 4. Abschnitte ist die Kalkverteilung im Skelett besprochen, soweit sie von statischen Momenten abhängt und in den drei ersten Abschnitten gelegentlich zur Beobachtung gelangte. Im 5. Abschnitt ist von der Größe und histologischen Struktur der Ek. normaler und rachitischer Tiere die Rede.

Bei der histologischen Untersuchung des Skelettes auf Rachitis bestand ursprünglich bloß die Absicht, die Rachitisdiagnose zu verifizieren, und darum wurden zumeist nur die Rippen untersucht. Wie nämlich Pommer's sorgfältige Untersuchungen gezeigt haben, ist die Rachitis eine das gesamte Skelett betreffende Erkrankung; darum schien es nicht erforderlich, alle Knochen zu untersuchen. An welcher Stelle des Skelettes immer wir unsere Untersuchungen anstellten, an Rippen und Fibulae, Backen- und Nagezähnen, sowie am Callus, fanden wir in der Tat die Regel Pommer's bestätigt. Die Wahl der zu untersuchenden Knochen fiel ferner darum auf die Rippen, weil, wie Schmorl, einer unserer besten Rachitiskenner, zeigte, die Rippen als die raschest wachsenden Knochen, die rachitischen Veränderungen zu allererst aufweisen, und so selbst eine beginnende Rachitis der Aufmerksamkeit nicht entgehen konnte.

Im Laufe der Untersuchung jedoch erwiesen sich die rachitischen Veränderungen der Rippen als so interessant, daß es sich verlohnte, die Befunde in extenso mitzuteilen und zu besprechen, und so wuchsen diese Untersuchungen über den Rahmen einer einfachen Verifizierung der Rachitisdiagnose hinaus.

Es erschien aber auch sehr verlockend, sich einmal in recht eingehender Weise mit der Tierrachitis zu befassen, über die unsere Kenntnisse bis vor kurzem sehr mangelhaft waren, aber derzeit immer mehr an Umfang und Tiefe gewinnen. Die Angaben über Tierrachitis sind so divergierend, daß die einen Autoren überhaupt bezweifelten, ob echte Rachitis beim Tier vorkomme, die anderen eine solche zwar zugeben, aber sie als von der menschlichen Rachitis mehr oder weniger verschieden ansehen.

Mit Recht machen Schmorl und Lehnerdt darauf aufmerksam, daß manches, was beim Tier als Rachitis beschrieben wurde, überhaupt gar keine Rachitis sei. So ist die als Rachitis aufgefaßte Schnüffelkrankheit, die zum Bilde menschlicher Rachitis nicht paßt, nach Untersuchungen von Rehn und Ingier eine der Ostitis fibrosa nahestehende Krankheit, aber keine Rachitis. So ist die mit hochgradiger Porose einhergehende, als Rachitis und Osteomalacie aufgefaßte Skeletterkrankung der Herbivoren, die im Gegensatz zur menschlichen Rachitis auf Calciumdarreichung heilt, ebenfalls keine Rachitis, sondern die pseudorachitische Osteoporose Stoeltzner's, die durch kalkarmes Futter verursacht ist. Damit, meint Schmorl, sei noch nicht gesagt, daß echte Rachitis und Osteomalacie beim Tier nicht vorkomme, nur müsse manches unter diesem Namen Beschriebene ausscheiden, wie man auch den Morbus Barlow, die senile Osteoporose und die Ostitis fibrosa von der Rachitis und Osteomalacie des Menschen zu trennen gelernt hat.

Wir leben also gerade in einer Zeit, in der in puncto Rachitis und Osteomalacie die Tierpathologie in jenes Stadium der Klärung eingetreten ist, das in der menschlichen Pathologie schon früher begonnen hat und darum derzeit weiter gediehen ist. Also schon aus diesem Grunde lohnte es sich, auf die Rattenrachitis einzugehen, um so mehr, als wir an der Hand unseres Materiales dazu gelangen, das Vorkommen von Rachitis, bei der Ratte wenigstens, ohne Einschränkung zu bejahen und ihre Identität mit der menschlichen Rachitis zu behaupten. Natürlich werden wir bei der Beantwortung unserer Frage nicht einfach dekretierend, sondern mit dem vollen Rüstzeug unserer modernen Beweisführung in solchen Fragen vorgehen.

Aber noch aus einem anderen Grunde schien es an der Zeit, sich eingehender mit der Tierrachitis zu befassen. Schon Pommer und neuerdings Schmorl betonen zu wiederholten Malen, daß uns die morphologischen Knochenstudien der menschlichen Rachitis und Osteomolacie nicht dazu führen können, die Pathogenese und Ätiologie zu ergründen, die ja außerhalb des Skelettes liegen, und darum verweisen sie nachdrücklichst auf das Tierexperiment. Aber unsere Kenntnisse über die Rachitis der Tiere sind, wie oben auseinandergesetzt, noch mangelhaft, und es gilt, erst diesen Boden für die zukünftige tierexperimentelle Forschung der Rachitisätiologie vorzubereiten, d. h. die Tierrachitis gründlich kennen zu lernen.

In der modernen Rachitisliteratur macht sich in der Tat ein stark empfundenes Bedürfnis nach gründlicher Erforschung der Tierrachitis fühlbar, in der Hoffnung, auf diesem Wege zu der so lang schon ersehnten Klärung der Rachitisätiologie zu gelangen. Schmorl erhofft sich von der Erforschung der Tierrachitis nicht nur Früchte für die Veterinärmedizin, sondern »sie wird auch für viele zur Zeit noch offene, die menschliche Rachitis betreffende Fragen von größter Bedeutung sein, im besonderen für die Frage der Ätiologie der Rachitis«. Und Wieland: »Erst wenn beim Tier die histologische Rachitisdiagnose nach

den gleichen modernen Prinzipien, wie in der menschlichen Pathologie allgemein durchgeführt sein wird, können die einschlägigen Befunde der Tierpathologie erfolgreich herangezogen werden, zur Lösung der Frage nach der Ursache....der Rachitis.«

Die zwei Zitate mögen genügen, um zu zeigen, wie sehr zeitgemäß tierrachitische Studien sind. Freilich vermag der einzelne nur wenig zu leisten, und darum können auch wir uns nur auf die Rachitis des einen Tieres, der Ratte, beschränken und sonst auch nicht einmal auf die Literatur der Tierrachitis eingehen. Nur von der Literatur der Rattenrachitis soll die Rede sein. Aber trotz dieser Beschränkung auf das eine Tier erwies sich der von den Autoren erhoffte Vorteil tierrachitischer Studien als berechtigt, indem es gleich an diesem Tiere gelang, eine bisher unbekannte Seite der Rachitispathogenese kennen zu lernen: Die Hyperplasie und Hypertrophie der Ek.

Wer den modernen Standpunkt der Rachitisdiagnose kennt, der wird es gerechtfertigt finden, wenn wir im folgenden in möglichst genauer Weise auf die histologischen Veränderungen des Skelettes eingehen. Es genügt darauf hinzuweisen, daß Ingier neuestens bei der Schnüffelkrankheit einen Rosenkranz, eine Verbreiterung der Knorpelwucherungszone und periostale Auflagerungen fand und trotzdem Rachitis ausschließt. Wir sind sehr anspruchsvoll bei der Rachitisdiagnose geworden und stellen sie nicht mehr so leichtfertig, wie ehedem. Um wie viel höher werden aber unsere Anforderungen an die Sicherheit der Rachitisdiagnose sein müssen, wenn wir auf sie so wichtige Schlüsse aufzubauen haben, wie es eben die Rachitispathogenese ist.

So wurde denn die vorliegende Arbeit mit Zahlen- und Figurenmaterial mehr beschwert, als der Flüssigkeit der Lektüre dienlich ist. Es sei dies noch damit entschuldigt, daß wir alle, Leser und Autor, bei der Tierrachitis in puncto Histologie der Knochen, Zähne, Callus und Ek. uns meist auf jungfräulichem Gebiete befinden, auf dem urteilsmäßige, also auf Erfahrung basierte Angaben uns gar nicht zustehen. Der Leser aber hat bei der gewählten Art des Berichtes auch noch den Vorteil, daß er sich aus dem ihm vorgelegten Materiale ein selbständiges Urteil zu bilden vermag, das von dem in der Arbeit vertretenen Standpunkte unter Umständen abweichen kann, und daß er aus den Zahlen und Figuren Zusammenhänge und Tatsachen herauszulesen vermag, die in der Publikation zum Teil vielleicht nur darum unbeachtet geblieben sind, weil sie nicht in die augenblickliche Interessensphäre des Autors fallen.

Wie bei der Tierrachitis so häufig, so war es auch in unserem Materiale, daß die rachitischen Ratten in einem viel vorgeschritteneren Alter standen, als wir die Rachitis beim Menschen für gewöhnlich anzutreffen gewohnt sind, ohne daß wir sagen könnten, ob die Rachitis bei der Ratte erst so spät aufzutreten pflegt, oder ob sie zwar auch zeitlich auftritt, aber sehr lange persistiert. Ungeachtet des vorgeschrittenen Alters der Tiere war die Rachitis mit Sicherheit zu diagnostizieren und zuweilen in sehr schwerem Grade entwickelt.

Soviel uns bekannt geworden, hat sich mit der Rachitis der Ratte bisher nur Morpurgo befaßt. Er fand bei der spontanen Osteomalacie der Ratte einen Diplococcus, den er als den Erreger der Osteomalacie ansieht und der, auf erwachsene Ratten übertragen, in einem hohen Prozentsatz der Fälle zu Osteomalacie, auf junge Tiere übertragen zu Rachitis führte. Mit der bakteriologischen Seite der Frage befassen sich unsere Untersuchungen nicht. Was Morpurgo über die Morphologie der osteomalacischen und rachitischen Rattenknochen angibt, soll in den entsprechenden Abschnitten zur Sprache kommen.

Haben sich auch die folgenden Ausführungen speziell die Rachitis der Ratte zur Aufgabe gestellt, so wird es unvermeidlich sein, bei Fragen allgemeiner Art die menschliche Rachitis mit in die Diskussion zu ziehen. Es ist klar, daß, wer menschliche Pathologie betreibt, selbst wenn er Tierrachitis vor sich hat und beschreibt, doch stets die Menschenrachitis im Sinne hat und behält, und so gilt vieles, was hier von der Rattenrachitis gesagt ist, auch für die Kinderrachitis. Zwischen beiden besteht eine so weitgehende Identität, daß man, bei einem genügenden Grad von Selbstkritik, die Erfahrungen des einen Gebietes auf das andere übertragen darf. Es wäre unter solchen Umständen eine ungerechtfertigte Unterlassung, wollten wir auf die in Fülle aufgestappelten Erfahrungstatsachen verzichten, über die wir bereits bei der Menschenrachitis verfügen und die unser Verständnis für die Tierrachitis sehr zu fördern vermögen.

Wo aber Unterschiede im Skelettbau zwischen Mensch und Ratte bestehen, da sollen sie besonders betont werden.

Die folgende histologisch-technische Bemerkung ist durch Wieland's neueste Publikationen veranlaßt. Unsere Rippen- und Callusuntersuchungen sind sämtlich an Serienschnitten von in Müller'scher Flüssigkeit entkalktem und mit Haemalaun-Eosin gefärbtem Materiale ausgeführt, an dem bei genügend langer Einwirkung der Farbstoffe das kalkhaltige Knochengewebe blau, das kalklose rein rot erscheint. Wie schon Kassowitz bei seiner Chromsäureentkalkung und Pommer bei der Müllerentkalkung hervorheben, ergibt in bezug auf das Bild der Kalkverteilung der Vergleich so entkalkter Schnitte mit solchen aus unentkalktem Material ganz gleiche Resultate. Die Müller-Entkalkung nun, wie auch die Verwendung des viel bequemeren Eosins statt Karmin läßt aber Wieland nur für Knochen erwachsener und jugendlicher Individuen gelten, bezeichnet aber diese Technik für die Knochen von Neugeborenen und Foeten als unbrauchbar, wenn es auf Feinheiten der Kalkverteilung ankommt. Der Grund dafür ist der, daß der Intensitätsgrad der Verkalkung des fötalen Knochengewebes noch so gering ist, daß es sich mit Eosin selbst ohne jede Entkalkung, und nach Müller-Entkalkung sogar mit Karmin rot färbt, wenn auch dies Rot durch seinen dunklen Ton oder einen violetten Stich für den Erfahrenen vom rein- und hellroten Osteoid noch leicht zu unterscheiden ist. Wieland verwendet daher nur Celloidinschnitte völlig unentkalkter Knochen und färbt sie nur mit Haemalaun-Karmin.

Wenn wir trotzdem bei der alten Technik der Müller-Entkalkung und Haemalaun-Eosinfärbung verblieben, so geschah dies erstens deshalb, weil wir es nicht mit Knochen von Föten und Neugeborenen, sondern mit solchen von halbwüchsigen Tieren zu tun hatten, zweitens deshalb, weil wir bei unseren Untersuchungen auf nicht zerrissene Schnitte, ja Schnittserien, ferner auf Feinheiten der histologischen Gewebsstruktur reflektierten, zwei Desiderate, die mit der Wieland'schen Technik nicht zu erzielen gewesen wären. Mit der zweifellos einzig tadellosen Technik Wieland's wären unsere Osteoidmaße vielleicht um eine Nuance kleiner ausgefallen. Da wir aber die Maße zu Vergleichszwecken benötigen, und das ganze Material gleichmäßig behandelt ist, so scheinen uns die Vorteile der angewandten Technik mehr ins Gewicht zu fallen, als ihre Nachteile.

Bevor wir daran gehen unsere histologischen Knochenbilder zu beschreiben und zu deuten, wollen wir besonders betonen, wie unerläßlich es ist, hiebei sich stets vor Augen zu halten, daß der Knochen dazu da ist, mechanisch-statischen Aufgaben zu dienen, sei es als Werkzeug für die Muskeln, sei es als Stütze für die Körperlast. Vieles, was am pathologischen Knochen geschieht, zielt darauf hinaus, die durch die Krankheit verringerte Brauchbarkeit wieder herzustellen. Wir sind gewiß noch weit davon entfernt, hier völlig klar zu sehen, aber angesichts der sich entgegenstellenden Schwierigkeiten dürfen wir doch nicht unterlassen, wenigstens den Versuch einer Deutung vom statisch-mechanischen Gesichtspunkte zu machen. Diese Bestrebungen scheinen in pathologisch-histologischen Arbeiten nicht genügend jene Pflege und jenes Interesse zu finden, die sie zweifellos verdienen.

I. Rachitische Veränderungen der Rippen.

Tafel I und II, Diagramm I bis XII auf Tafel IX.

1. Normale Rippen.

A. Kasuistik.

Fall 1. Weiße, weibliche Ratte, 184 *g* schwer, auf dem Lande aufgewachsen, Nagezähne tadellos, gelb, durchscheinend, intakt 15 Tage vor der Tötung wurde dem Tiere eine der oberen Rippen reseziert und die rechte Fibula frakturiert. Der Wundverlauf ungestört. Bei der Obduktion wog das Tier 198 *g*, war kräftig und gut genährt, die Nagezähne unverändert; am Skelett keine Spur von Rachitis, die Epithelkörperchen leicht und bequem zu sehen, an der Bruchstelle die Fibulafragmente schon fest vereinigt, in allen Lungenlappen kleine Pneumonieherde.

Histologischer Befund. Das Material wurde 4 Tage in Müller entkalkt.

I. Obere Rippe (Fig. 1).

Es lag ursprünglich nicht in der Absicht dieser Versuchsreihe, Unterschiede im Bau verschiedener Rippen desselben Falles zu behandeln. Wenn trotzdem gelegentlich der Anlegung der Fibulafraktur eine der obersten Rippen entfernt wurde, so geschah dies nur darum, weil dieses sowie die anderen normalen Tiere ursprünglich für eine andere Versuchsreihe bestimmt waren. Doch wollen wir die Befunde, wenn sie schon einmal vorliegen, auch mitteilen, umsomehr, als sie uns einen tieferen Einblick in den Ablauf des Rippenwachstums vermitteln.

a) Der verkalkte Rippenknorpel (vK) ist sehr dunkelblau gefärbt, die Zellen groß, hell und das Gewebe von den in jedem Falle vorhandenen Querrissen durchsetzt.

b) Der ruhende Knorpel (rK) ist durchschnittlich 228 μ hoch, maximal 300, minimal 150; er besitzt eine homogene, rotviolette Grundsubstanz, die Zellen sind groß und hell. Die Seitenausbuchtung (*a*) springt wenig vor und enthält mehr kleine, dunkle Zellen.

c) Die Knorpelwucherungsschicht (KW) ist durchschnittlich 54 μ hoch, maximal 75 μ, minimal 45 μ; sie ist somit außerordentlich nieder. In ihrer relativ sehr reichlichen, blau-violetten, homogenen Grundsubstanz liegen in weiten Abständen ganz niedrige, spärliche Zellsäulen, die aus sehr kleinen, querspindeligen Zellen mit verhältnismäßig hellen Kernen zusammengesetzt sind.

d) Die präparatorische Verkalkungsschicht (pV) ist im Durchschnitt 22 μ hoch, im Maximum 60 μ, im Minimum 8 μ; sie ist also ganz besonders nieder, so daß maximal 2 Zellen übereinander liegen. Oft ist die Schicht nur eine Zelle hoch und stellenweise enthält sie gar keine Zellen. Die Grundsubstanz ist durchwegs verkalkt, schwarzblau und tritt so prägnant hervor, daß sie trotz ihrer geringen Höhe und der schwachen Vergrößerung in der Fig. 1 zu sehen ist. Die Zellen liegen übereinander, so noch die ehemalige Säulenanordnung andeutend, sind ganz klein rundlich und hell.

e) Die enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa fehlen vollständig.

f) Die sekundäre Spongiosa (sSp) besteht aus einigen spärlichen nur am Rippenrande anzutreffenden, kurzen, dicken Knochenbalken, die augenscheinlich als Stützbalken funktionieren und sich dabei auf die Innenfläche der Corticalis aufstützen. Nach oben hin hat aber die sekundäre Spongiosa eine Knochenplatte ausgebildet (*b*), welche die ganze Breite der Rippe einnimmt, am Rande kontinuierlich in das obere Ende der Corticalis übergeht, dabei der Unterfläche des Knorpels überall auf's engste anliegt, nach oben deutlich, wenn auch flach bogenförmig gekrümmt ist und so den Knorpel trägt. Die Stützbalken der Spongiosa (sSp) inserieren mit ihrem oberen Ende an dieser knöchernen Schlußplatte. Diese wird nur selten von einem Gefäß perforiert, das bis zum Knorpel reicht, ihn aber nicht abbaut. Die sekundäre Spongiosa ist durchschnittlich 246 μ hoch, maximal 450 μ, minimal 150 μ.

g) Die Corticalis (C) ist relativ dick, vollkommen kompakt gebaut und sehr arm an Gefäßkanälen. Das obere Corticalisende ist nicht kalklos.

h) Das Periost ohne Besonderheiten.

i) Das Knochenmark (M) zellig, mit mäßig vielen Fettzellen untermischt.

k) Das Osteoid fehlt fast vollständig und ist nur ausnahmsweise an einem Spongiosabälkchen anzutreffen. Nach 8 Messungen ist es durchschnittlich 1·3 μ hoch, maximal 2 μ minimal 1 μ.

II. Mittlere Rippen (Fig. 2, 3). Das Material wurde bei der Obduktion gewonnen und 5 Tage in Müller entkalkt.

a) Der verkalkte Rippenknorpel (Fig. 2, vK) wie oben.

b) Der ruhende Knorpel (Fig. 2, 3, rK) ist im Durchschnitt 287 μ hoch, 375 μ maximal, 180 μ minimal. In der homogenen rot-violetten Grundsubstanz liegen meist große helle Zellen, die nur gegen die Seitenausbuchtungen hin (Fig. 2 *a, b*) klein und dunkel werden. Es ist bemerkenswert, daß die auf der pleuralen Seite liegende Ausbuchtung (*b*) viel weniger prominiert als die auf der pektoralen (*a*), namentlich, wenn man die Lagebeziehung derselben zu der nächst unteren Schicht, der Knorpelwucherungszone, berücksichtigt.

c) Die Knorpelwucherungsschicht (Fig. 2, 3, KW) ist durchschnittlich 172 μ hoch, maximal 195 μ, minimal 90 μ ,hat in toto eine kalottenförmige Gestalt, mit der konvexen Seite nach oben und der planen nach unten. In der blauvioletten reichlichen, homogenen Grundsubstanz die ganz kleinen, spindeligen Zellen mit dem dunklen Kern und Protoplasma, welche quer übereinander zu schön ausgebildeten, hohen, nach oben zusammenstrebenden Säulen aufgetürmt sind. Die zwischen den Zellen in den Zellsäulen liegende Grundsubstanz färbt sich dunkler als die Grundsubstanzpfeiler zwischen den Zellsäulen. Es ist wieder bemerkenswert, daß die Schicht auf der pleuralen Seite (Fig. 2, rechts) bis hart an die Rippenoberfläche reicht, auf der pektoralen aber schon ein gutes Stück vor der Rippenoberfläche endet.

d) Die präparatoricshe Verkalkungsschicht (Fig. 2, 3, *pV*) ist im Durchschnitt 97 μ hoch, maximal 180 μ, minimal 75. Die Zellen werden nach ganz kurzem Übergang aus der vorhergehenden Schicht sehr groß, hell (Fig. 2, 3, *pV*), platten sich zu polygonalen Formen ab, bekommen einen großen runden hellen Kern und ein sehr helles reichliches Protoplasma. Wenn auch die Zellen in der direkten Fortsetzung der Zellsäulen der vorhergehenden Schicht liegen, so tritt ihre Säulenanordnung darum weniger scharf hervor, weil infolge der Zellvergrößerung die Zellsäulen breiter geworden sind, so daß die Grundsubstanzpfeiler zwischen ihnen so schmal erscheinen als in den Zellsäulen zwischen den Zellen. Immerhin ist die Säulenanordnung doch noch zu sehen; die Säulen stehen in der Mitte parallel zur Rippenachse, am Rande divergieren sie nach oben und enthalten 2 bis 4 Zellen der Höhe nach. Die auf ein schmales, weitmaschiges Netz reduzierte Grundsubstanz ist vollkommen verkalkt, schwarzblau.

e) Enchondrale Ossification und primäre Spongiosa. Auf der ganzen Linie befindet sich die verkalkte Knorpelschicht in regstem vasculärem Abbau. Markgefäße dringen elektiv in den Zellsäulen vor, brechen die Kapseln auf und füllen den Hohlraum mit Blut (Fig. 3 *a*). Bei diesem Abbau gehen nicht nur alle Zellen verloren, sondern ein Teil der Grundsubstanzsepta wird abgetragen; ein großer Teil bleibt aber stehen und bildet entweder geradeaus nach unten ziehende Grundsubstanzstreifen (Fig. 3, pSp.) oder ein Netz, in dessen Maschen von Osteoblasten umlagerte Blutkapillaren liegen. Auf diese nun stehen gebliebenen Reste von Knorpelgrundsubstanz apponieren die gut entwickelten Osteoblasten einen erst dünnen Knochenanwurf und so entstehen die Bälkchen der primären Spongiosa, deren Gestalt eben von den stehengebliebenen Resten der Grundsubstanz diktiert wird. Zumeist handelt es sich um schmale, mehr oder weniger parallel zur Rippenachse liegende Bälkchen (Fig. 3, *pSp*) mit zentralem, schwarzblauen Knorpeleinschluß, von Osteoblasten umlagert und durch Markräume getrennt (Fig. 3 *l*), welche außer Gefäßen auch schon zelliges Mark in geringer Menge enthalten können. Die so aus dem Prozeß der enchondralen Ossifikation resultierende Schicht der primären Spongiosa (Fig. 2, *pSp*) ist sehr gut ausgeprägt, im Durchschnitt 208 μ hoch, im Maximum 300 μ, im Minimum 135 μ, aber infolge des dichten Beisammenstehens der Bälkchen bei schwacher Vergrößerung viel weniger übersichtlich als die sekundäre Spongiosa.

Bevor wir zu dieser übergehen, wollen wir noch die mit *c* und *d* in Fig. 3 bezeichneten Stellen besprechen. Es findet sich hier an der unteren Grenze der primären Spongiosa ein horizontaler, aber nicht durch die ganze Rippe ziehender Streifen aus Knorpelgewebe (*d*), welches sich durch polygonale, aber viel kleinere und dunklere Zellen (*d*) und durch eine verkalkte Grundsubstanz auszeichnet. Unter dem Knorpel liegt, diesem aufs engste angeschmiegt, die Knochenplatte *c*, die unten wieder von dem, dem Rippenrande nahestehenden sekundären Spongiosabälkchen (sSp) gestützt wird, das gegen die Corticalis (C) hinstrebt und in einem anderen Schnitt der Serie auch tatsächlich daselbst inseriert. Es ist dies geradezu eine Wiederholung jener Verhältnisse, denen wir in der oberen Rippe begegnet sind: Eine niedere Schicht verkalkten, kleinzelligen Knorpels, eine knöcherne Schlußplatte mit inserierenden Knochenbalken, nur daß oberhalb des Knorpels hier Markräume (*e*) liegen. Es handelt sich somit um eine Stelle, die darauf hinweist, daß hier vor nicht langer Zeit ein völliger Stillstand im Längenwachstum der Rippe bestanden hat, derzeit aber das Längenwachstum wieder aufgenommen wurde und in lebhaftester Weise wieder vor sich geht. Dies erfolgt in der Weise, daß durch Kanäle der Schlußplatte Gefäße zum Knorpel gelangen und seinen Abbau wieder aufnehmen, während höher oben aus der Knorpelwucherungsschicht heraus eine neue, wieder großzellige präparatorische Verkalkungsschicht sich heraus-

zubilden beginnt. Ein Teil des kleinzelligen Knorpels (*d*) und der knöchernen Schlußplatte (*c*) blieb aber stehen, kam so unter die Zone der enchondralen Ossifikation und der primären Spongiosa zu liegen, um dann im weiteren Verlaufe, zusammen mit anderen, überflüssig gewordenen Spongiosabalken, dem osteoklastischen Abbaue überantwortet zu werden.

f) Die sekundäre Spongiosa ist durchschnittlich 428 μ hoch, 600 μ im Maximum, 300 μ im Minimum und besteht aus viel spärlicheren, dafür dickeren Knochenbalken (Fig. 2, 3, *sSp*), die in manchen Schnitten ganz fehlen und zwischen sich Markräume aufweisen, die breiter sind als die Balken, in direkter Kommunikation mit der großen Markhöhle stehen und dasselbe zellige Mark führen. Die Balken bestehen aus reifem Knochengewebe, enthalten auch Kittlinien, aber keine Knorpeleinschlüsse, verraten aufs klarste Stützstrukturen, indem sie sich unten auf die Corticalis aufstützen, oben die primäre Spongiosa tragen.

g) Die Corticalis (Fig. 2, 3, *C*) ist im allgemeinen kompakt gebaut und ihr zugespitztes oberes Ende reicht bis ins Niveau der Knorpelwucherungszone, und zwar bis in die Ossifikationsgrube hinein. An der pektoralen Periostfläche sieht man auf der Corticalis eine ansehnliche, junge periostale Knochenauflagerung, die relativ viel von Gefäßkanälen durchzogen ist und im Gegensatz zur alten Kompakta recht oft schmale Osteoidsäume aufweist, während der verkalkte Teil derselben heller blau ist als die alte Corticalis und rote Sharpey'sche Fasern enthält. Es ist kein Zweifel, daß hier eine junge, im Fortschreiten begriffene Knochenapposition vorliegt, die in Lage und Aussehen sich in allen untersuchten Rippen des Falles vorfand, also etwas typisches ist. Es handelt sich um eine physiologische Erscheinung, die mit dem Körperwachstum in Zusammenhang steht. Wenn wir uns den Querschnitt durch den Thorax eines jungen und alten Tieres ansehen, so liegen beim ersteren Tiere mit dem kleineren Thorax die Rippen dem Thoraxzentrum näher als beim alten Tier mit dem großen Thorax. Dieses Hinausverlegen der Rippe beim Körperwachstum ist infolge ihrer Konsistenz durch einfaches Aufbiegen nicht möglich und wird nur so erreicht, daß der Knochen, namentlich an seinem vorderen Ende innen ab- außen angebaut wird. Unsere periostale Appositionsmasse liegt auch in der Tat an der äußeren, der pektoralen Fläche. Jetzt erst verstehen wir auch, warum in Fig. 2 die Knorpelwucherungsschicht (*KW*) auf der pektoralen Seite die Rippenoberfläche nicht erreicht. Auch diese Schicht muß mit der Vergrößerung des Thoraxraumes nach außen wandern, und ist diesbezüglich derzeit etwas im Rückstand. Darum auch erstreckt sich das großzellige Gebiet des ruhenden Knorpels auf der pektoralen Seite (Fig. 2 *c*) viel mehr nach aufwärts, als auf der pleuralen (*d*). — So sehen wir denn, daß im vorliegenden Falle die Rippe nach den verschiedensten Richtungen, aus unbekannten Gründen förmlich plötzlich, ihr Wachstum aufgenommen hat, der Länge nach: am Knorpel, der Dicke nach und entsprechend der Thoraxerweiterung: an der Corticalis.

h) Periost ohne Besonderheiten.

i) Das Knochenmark (Fig. 2, *M*) ist vorwiegend zellig mit eingestreuten spärlichen Fettzellen.

k) Das Osteoid wurde an 3 Stellen gemessen. 1. an der Spongiosa, wo es sehr spärlich und gering ist; 2. an der Corticalis, wo es in der periostalen Auflagerung sehr häufig ist, eine größere Dicke besitzt und sogar durch eine Übergangszone vom kalkhaltigen Knochen getrennt ist, deren körnige Struktur man erkennen kann; 3. am oberen Corticalisende.

1. 11 Messungen,	1·4 μ Durchschnitt,	2·5 μ Maximum,	1 μ Minimum
2. 37 »	3·95 μ »	7·5 μ »	1·5 μ »
3. 6 »	5·8 μ »	7·5 μ »	6 μ »

* *
*

Fall 2. Weiße, weibliche Ratte, 122 *g* schwer, mit tadellosen, gelben, durchscheinenden, intakten Nagezähnen, am Lande aufgewachsen. 15 Tage vor der Tötung wurde dem Tier eine obere Rippe reseziert und die rechte Fibula frakturiert. Die Heilung der Wunden erfolgte per primam. Bei der Obduktion hatte das Tier ein Gewicht von 135 *g*, die Nagezähne waren nach wie vor tadellos, das Tier war muskelkräftig und gut genährt, von Rachitis fand sich keine Spur, die Epithelkörperchen waren nicht zu sehen, die rechte Fibula an der Frakturstelle schon ganz fest vereinigt.

Histologischer Befund: Material 3 Tage in Müller entkalkt.

I. Obere Rippe.

a) Der verkalkte Rippenknorpel ohne Besonderheiten, die Grundsubstanz dunkelblau mit vielen queren Rissen, die Zellen groß, hell.

b) Der ruhende Knorpel ist im Durchschnitt 255 μ hoch, maximal 300 μ, minimal 225 μ. In der rotvioletten, homogenen, reichlichen Grundsubstanz liegen zumeist große, helle Zellen mit lichtem Kern, oft 2 in einer Kapsel.

c) Die Knorpelwucherungsschicht ist im Durchschnitt 94 μ hoch, maximal 150 μ, minimal 60 μ. In der blauvioletten, sehr reichlichen Grundsubstanz liegen kleine, dunkle, querspindelige Zellen in niederen Säulen, welche durch breite Grundsubstanzstreifen getrennt sind.

d) Die präparatorische Verkalkungsschicht ist im Durchschnitt 20 μ hoch, maximal 30 μ, minimal 15 μ. Die Schicht ist durchwegs vorhanden, aber nur 1 bis 3 Zellen hoch. Die Zellen sind wohl größer als in der Wucherungsschicht, aber doch deutlich kleiner als in den mittleren Rippen, hell, rundlich noch deutlich in Säulen stehend, die verkalkte Grundsubstanz ganz dunkel und rein blau.

e) Von enchondraler Ossifikation und primärer Spongiosa sieht man nichts.

f) Die sekundäre Spongiosa ist im Durchschnitt 447 μ hoch, maximal 600 μ, minimal 285 μ. Eine dicke, flache Knochenplatte liegt der Unterfläche des Knorpels innigst an, ist nirgends unterbrochen, geht am Rande kontinuierlich in das obere Corticalisende über und wird nur selten von einem Blutgefäß durchbohrt, das bis zum Knorpel gelangt, aber ihn nicht abbaut. An die Unterfläche dieser knöchernen Schlußplatte inseriert hie und da ein ganz kurzes, dickes Knochenbälkchen, das an der Innenfläche der Corticalis seinen Stützpunkt findet.

g) Die Corticalis ist nicht viel dicker als die Schlußplatte und durchwegs von kompaktem Bau. Ihr oberes Ende ist nicht kalklos.

h) Das Periost ohne Besonderheiten.

i) Das Knochenmark ist durchaus zellig und enthält viele Riesenzellen.

k) Das Osteoid ist sehr dünn und so selten, daß in der ganzen Serie nur 7 Messungen ausgeführt werden konnten. Es findet sich ausschließlich an der Corticalis, und zwar an der Endostfläche, oder als frische Ausfüllung von Lakunen auch an der Periostfläche.

7 Messungen, 2 μ Durchschnitt, 3·5 μ Maximum, 1·9 μ Minimum.

* * *

II. Mittlere Rippen (Fig. 4).

a) Der verkalkte Rippenknorpel (*vK*) und

b) der ruhende Knorpel (*rK*) verhalten sich wie oben. Diese Schicht ist im Durchschnitt 222 μ hoch, maximal 300 μ, minimal 180 μ, und hat unten eine deutliche Ausbauchung nach außen (*a*).

c) Die Knorpelwucherungsschicht (*KW*) ist durchschnittlich 142 μ hoch, maximal 150 μ, minimal 135 μ. Sie hat in toto eine kalotten- oder linsenförmige Gestalt; die Zellen sind sehr klein, spindelig mit kleinem dunklen Kern und spärlichem dunklen Protoplasma; sie sind übereinander zu hohen, sich zuspitzenden Säulen gruppiert, die nach oben zusammenstreben. Die homogene, blauviolette Grundsubstanz ist oben, wo die Zellsäulen schmal sind, reichlich, unten wo sie breit sind und dicht zusammenliegen, spärlicher. In den Säulen zwischen den Zellen ist die Grundsubstanz dunkler gefärbt als in den Pfeilern zwischen den Zellsäulen.

d) die präparatorische Verkalkungszone (*pV*) ist durchschnittlich 92 μ hoch, maximal 105 μ, minimal 90 μ. Die Schicht ist 2 bis 4 Zellen hoch. Die Zellen sind sehr groß, gequollen, haben ein reichliches, helles Protoplasma und einen großen, hellen runden Kern, sie platten sich gegenseitig polygonal ab und erzeugen eine solche Verbreiterung der parallel zur Rippenachse stehenden Säulen, daß die Grundsubstanz zwischen den Säulen nicht breiter ist, als in den Säulen zwischen den Zellen. Die Grundsubstanz ist durchwegs verkalkt, sehr dunkelblau und präsentiert sich als dünnes Netz, das in jeder Masche eine Zelle enthält.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Die enchondrale Ossifikation spielt sich in regulärer Weise ab und ist sehr lebhaft. Die die Knochenkapseln aufbrechenden Markgefäße rücken in einer Linie vor und sind sehr zahlreich. Die Grundsubstanzpfeiler, welche zwischen den im vaskulären Abbau begriffenen Zellsäulen liegen, werden relativ wenig mit abgebaut und bleiben zumeist in Form nahe beisammenstehender, zueinander und zur Rippenachse paralleler, schwarzblauer Knorpelstreifchen stehen, und die dem Gefäß rasch nachrückenden, sehr zahlreichen und

prächtig entwickelten Osteoblasten apponieren einen dünnen Knochenanwurf auf die Knorpelstreifchen und so kommt die primäre Spongiosa zustande (*pSp*). Diese stellt eine relativ hohe Schicht dar, die im Durchschnitt 189 μ hoch ist, im Maximum 270 μ, im Minimum 105 μ. Entsprechend der ihnen durch die Knorpelreste diktierten Form, Zahl und Lage sind die Knochenbälkchen sehr zahlreich, parallel und dicht zusammenstehend, darum nur ganz schmal und schließen im Zentrum den Knorpelrest ein, an dem das Knochengewebe globulär angebaut ist. Der Knochenanwurf der primären Spongiosabälkchen rückt verschieden hoch hinauf, so daß zu oberst einmal nur eine, ein andermal 3 aufgebrochene Knorpelkapseln von ihm frei sind. Zwischen je 2 Knochenbälkchen ist gerade nur für das Blutgefäß und die um dieses herumliegenden Osteoblasten Platz. Nur an jenen wenigen Stellen, wo außer den Knorpelzellsäulen auch die zwischen ihnen liegenden Grundsubstanzpfeiler teilweise mitentfernt worden waren (*d*), gibt es etwas größere Markräume, in denen zwischen Gefäßwand und Osteoblastenbelag auch etwas zelliges Mark Platz hat. Ausnahmsweise findet man in den tieferen Teilen der primären Spongiosa genau wie im Falle 1 eine unverbrauchte, über einem Fragment einer knöchernen Schlußplatte liegenden Knorpelzellmasse.

f) Die sekundäre Spongiosa ist im Durchschnitt 546 μ hoch, im Maximum 675 μ, im Minimum 450 μ. Sie ist in jeder Hinsicht von der primären Spongiosa verschieden. Die Bälkchen sind viel spärlicher (*sSp*), ja in vielen Schnitten überhaupt nicht zu sehen, viel dicker, frei von Knorpeleinschlüssen und nicht parallel zur Rippenachse gelegen, sondern aufs klarste als Strebepfeiler funktionierend. Das obere Ende der Bälkchen trägt einzelne primäre Spongiosabälkchen, das untere Ende stützt sich auf die Innenfläche der Corticalis, und darum haben alle 3 in der Fig. 4 enthaltenen sekundären Spongiosabälkchen die Eigenschaft, von oben innen nach unten außen zu verlaufen. Am Übergang der Schicht der primären Spongiosa in die sekundäre werden die Bälkchen der ersteren an ihrem unteren Ende abgebaut, was in sehr lebhafter Weise vor sich gehen muß. Trotzdem ist dieser Abbauprozeß nicht direkt zu sehen, da die denselben besorgenden Zellen durchaus nicht den Charakter von Osteoklasten haben, sondern unscheinbare Elemente sein dürften. Die zwischen den sekundären Spongiosabalken liegenden Markräume sind um das Vielfache breiter als die Knochenbalken und enthalten dasselbe zellige Mark (*M*) wie die große Markhöhle, deren Fortsetzung sie ja sind.

g) Die Corticalis (*C*) ist dick, durchaus kompakt, arm an Gefäßkanälen und ihr oberes Ende spitzt sich zwar fein zu und endigt in der Ossifikationsgrube (*b*), fast an der oberen Grenze der Knorpelwucherungsschicht.

h) Das Periost (*c*) ist reich an Bindegewebszellen und endet hoch oben in der Ossifikationsgrube (*b*) mit einer kleinen Verdickung, dem Ossifikationswulst (Ranvier).

i) Das Knochenmark ist ausschließlich zellig, enthält viele Riesenzellen (*c*) und ist sehr gefäßreich.

k) Das Osteoid ist im allgemeinen selten anzutreffen, am ehesten noch an der sekundären Spongiosa und der pektoralen Corticalisseite, hier hauptsächlich an der periostalen Oberfläche und in Gefäßkanälen. Die an der sekundären Spongiosa und der Corticalis gewonnenen Zahlen sind unter 1. angeführt. Unter 2. finden sich die Maße des Osteoids am oberen Corticalisende. Das ist jene Stelle, wo der Rippenschaft in die Länge wächst und hier muß in wachsenden Rippen stets Osteoid gefunden werden, welches die äußerste Spitze bildet, mit der einen Fläche dem Knorpel aufliegt, an der anderen vom Periost überzogen wird. Hier sind die Maße stets dort genommen, wo das Corticalisende am dicksten und zugleich noch in toto kalklos ist. Sonderbarerweise finden wir gerade da, wo der Knochenbau am allerlebhaftesten ist, nämlich an der primären Spongiosa, das Osteoid fast gar nicht. Es ist äußerst dünn, nur bei sehr intensiver Färbung überhaupt wahrnehmbar und eigentlich nur da zu sehen, wo ein Schrägschnitt dem Osteoidsaum eine größere Dicke verleiht als er in Wirklichkeit hat.

1. 34 Messungen, 5·6 μ Durchschnitt, 15·5 μ Maximum, 2·5 μ Minimum.
2. 6 » 6.0 μ » 7·5 μ » 5·0 μ »

* * *

Fall 3. Weiße, weibliche Ratte, 120 *g* schwer, mit intakten, gelblichen, durchscheinenden, tadellosen Nagezähnen, am Lande aufgewachsen. 15 Tage vor der Tötung wurde dem Tiere eine obere Rippe reseziert und die rechte Fibula frakturiert. Die Heilung erfolgte per primam. Bei der Obduktion wog das Tier 128 *g*, war muskelkräftig und gut genährt, die Nagezähne unverändert tadellos, am Skelett keine Spur von Rachitis, die Epithelkörperchen als winzige Pünktchen zu sehen, der Fibulacallus noch eine Spur beweglich.

Histologischer Befund. Das Material wurde 3 Tage in Müller entkalkt.

I. Obere Rippe.

a) Der verkalkte Rippenknorpel ist wie gewöhnlich dunkelblau gefärbt und von queren Rissen durchsetzt, seine Zellen groß, hell, mit kleinen, dunklen Kernen.

b) Der ruhende Knorpel ist im Durchschnitt 385 μ hoch, im Maximum 510 μ, im Minimum 300 μ. In der reichlichen, homogenen, rotvioletten Grundsubstanz liegen große helle Zellen, oft zu zweit beisammen und sich abplattend.

c) Die Knorpelwucherungszone ist im Durchschnitt 67 μ hoch, im Maximum 75 μ, im Minimum 45 μ. Die Grundsubstanz ist reichlich, homogen, blauviolett und enthält ganz kleine, dunkle, querspindelige Zellen mit kleinem, dunklen Kern und spärlichem, dunkelroten Protoplasma; die Zellen sind zu niederen Säulen aufgeschichtet.

d) Die präparatorische Verkalkungszone ist 27 μ im Durchschnitt, 45 μ maximal, 15 μ minimal hoch. Ihre Zellen sind größer als in der vorhergehenden Schicht, rundlich, polygonal und hell, aber doch viel kleiner als in der gleichen Schicht bei den mittleren Rippen. Die Zellen noch in Säulen zu 1 bis 3 übereinander, die Grundsubstanz ist rein- und sehr dunkelblau, verkalkt und die obere Grenze dieser Verkalkung ist linear scharf und entsprechend den Grundsubstanzpfeilern zwischen je 2 Zellsäulen nach unten konkav.

e) Die enchondrale Ossifikation fehlt eigentlich ganz und von primärer Spongiosa ist keine Spur zu sehen. Es ist nämlich die Schicht der

f) sekundären Spongiosa durch eine knöcherne, flache oder sogar nach unten konvexe Schlußplatte repräsentiert, die an die ganze Unterfläche des Knorpels apponiert ist. Diese Knochenplatte bildet an den Rändern mit dem oberen Ende der Corticalis ein Kontinuum und schützt den Knorpel vor dem Abbaue, so daß man von einem abgeschlossenen Längenwachstum der Rippe reden kann. Nur manchmal ist diese Knochenplatte von einem Markgefäß durchbrochen, das bis zum Knorpel gelangt, sogar eine Kapsel aufbrechen kann, aber es folgen keine Osteoblasten und so fehlt die Ossifikation. Die Grenze zwischen dem Knorpel und der Knochenplatte ist linear scharf und globulär. Die Unterfläche der Schlußplatte wird von einigen sehr spärlichen, kurzen Stützbälkchen gestützt, die keine Knorpeleinschlüsse aufweisen und ihrerseits wieder an der Innenfläche der Corticalis ihren Stützpunkt finden. Die Höhe der sekundären Spongiosa beträgt im Durchschnitt 311 μ, maximal 375 μ, minimal 145 μ.

g) Die Corticalis ist nicht 2mal so dick als die Schlußplatte und zeigt am oberen Ende eine lacunär angenagte Periost- und eine glatte Endostfläche, aber das obere Corticalisende ist nicht osteoid.

h) Das Periost bietet nichts besonderes.

i) Das Knochenmark ist zellig, enthält mäßig reichlich Fettzellen, nicht sehr reichliche Riesenzellen und mäßig viele Blutgefäße.

k) Das Osteoid konnte nur an einer Stelle der Schlußplatte nachgewiesen werden und war hier im Durchschnitt 2·5 μ dick, maximal 3·0 μ minimal 2·0 μ.

* * *

II. Mittlere Rippen.

a) Der verkalkte Rippenknorpel zeigt das gleiche Verhalten wie in der vorigen Rippe.

b) Der ruhende Knorpel ist durchschnittlich 300 μ hoch, maximal 375 μ, minimal 255 μ. Im übrigen ist das Verhalten das gleiche wie in der oberen Rippe.

c) Die Knorpelwucherungsschicht ist durchschnittlich 174 μ hoch, maximal 210 μ, minimal 150 μ. Die Schicht hat in toto eine linsenförmige Gestalt. Die Zellen wie gewöhnlich klein, dunkel, querspindelig, zu hohen Säulen gruppiert, welche unten breit, oben schmal und zugespitzt sind und im ganzen derart nach oben konvergieren, daß die mittleren Zellsäulen parallel zur Rippenachse stehen, die am Rande aber sich der Horizontalen annähern. Die homogene, blauviolette Grundsubstanz ist unten, wo die Säulen schon breit sind, spärlich, oben aber reichlich und etwas über die Spitzen der Säulen hinausreichend und hier recht gut gegen den ruhenden Knorpel abgegrenzt. Die Farbe der Grundsubstanz in den Säulen zwischen den Zellen ist dunkler als zwischen den Säulen.

d) Die präparatorische Verkalkungszone ist im Durchschnitt 105 μ hoch, maximal 135 μ, minimal 75 μ. Es stehen hier 4 bis 7 Zellen übereinander und sind sehr groß und hell, ihr Kern wie ein wasserhelles Bläschen, an dem sich nur die Kernmembran tingiert, das Protoplasma ganz blaß bläulich und exquisit wabig. Die Zellen platten sich infolge der

Vergrößerung zu polygonalen Formen ab und verbreitern die Säulen so sehr, daß die Grundsubstanzsepta zwischen ihnen nicht dicker sind als in den Säulen zwischen den Zellen. Im Gegensatze zu den nach oben konvergierenden Säulen der nächstoberen Schicht, sind die Säulen in dieser Schicht parallel zur Rippenachse gestellt, so daß sie in der Rippenachse eine geradlinige Fortsetzung der Säulen der oberen Schicht bilden, während am Rippenrande die Säulen am Schichtübergang winkelig abgebogen sind. Die zu einem dünnen, weitmaschigen Netz reduzierte Grundsubstanz ist verkalkt, dunkelblau, doch betrifft die Verkalkung nur die Knorpelkapseln und läßt zwischen 2 Zellen das Grundsubstanzseptum in der Mitte seiner Dicke frei. Erst in jenen untersten Knorpelausläufern, die in den primären Spongiosabälkchen stecken, ist die Verkalkung gleichmäßig schwarzblau.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Die enchondrale Ossifikation geht in regster Weise nach dem normalen Typus vor sich. Markgefäße dringen elektiv in den Zellsäulen vor, brechen eine Knorpelkapsel nach der andern auf, massenhafte Osteoblasten folgen dem Gefäße auf dem Fuß und apponieren auf die stehenbleibenden Grundsubstanzsepta des Knorpels einen Knochenanwurf, was schon in der 2. bis 3. eröffneten Knorpelzelle (von oben gerechnet) der Fall ist. So resultieren aus dem Prozeß die primären Spnngiosabälkchen, deren Schicht im Durchschnitt 321 μ hoch ist, maximal 495 μ, minimal 225 μ. Diese primären Spongiosabälkchen stehen dicht zusammen, parallel zu einander und zur Rippenachse und enthalten in ihrem Innern den charakteristischen Knorpeleinschluß. Zwischen je 2 Bälkchen liegt ein von Osteoblasten umgebenes Blutgefäß, manchmal sogar schon etwas zelliges Mark zwischen Gefäßwand und Osteoblastenschicht. Knorpeleinschlüsse findet man übrigens auch in den oberen Abschnitten der Corticalis. Die Form und Stellung der primären Spongiosabälkchen wird vor allem durch die Grundsubstanzsepta des Knorpels vorbestimmt, diktiert, womit noch nicht gesagt ist, daß diese Knorpelstruktur selbst nicht auch schon bis zu einem gewissen Grade statische Aufgaben erfüllt. Immerhin sind die Bälkchen der primären Spongiosa vergängliche provisorische Gebilde, welche in dem Maße als sie oben neu entstehen, unten abgetragen werden und ihre Stelle wird durch die sekundäre Spongiosa eingenommen, welche in klarster Weise Stützstruktur verrät, die absolut nicht von der Knorpelstruktur diktiert, vorherbestimmt wird. Solange das Längenwachstum anhält, wird auch die sekundäre Spongiosa von unten her abgebaut. Ist aber das Längenwachstum beendet, dann wird die primäre Spongiosa ganz abgetragen und definitiv durch die sekundäre ersetzt. Den Abbau der primären Spongiosabälkchen an ihrem unteren Ende sieht man im vorliegenden Falle recht gut. Er erfolgt durch ganz kleine, unscheinbare Osteoklasten, welche ein undeutlich eosinrotes Protoplasma aber keinerlei auffallend differente Kerne aufweisen.

f) Die sekundäre Spongiosa ist im Durchschnitt 424 μ hoch, im Maximum 450 μ, im Minimum 375 μ. Die Eigenschaften der sekundären Spongiosabälkchen sind die folgenden: Sie sind wie in jeder normalen Rippe an Zahl so gering, daß sie in manchen Schnitten ganz fehlen, dafür sind sie viel dicker als die primären Spongiosabälkchen; sie stehen nicht mehr parallel zur Rippenachse, sondern schief von oben innen, nach unten außen, als echte Strebebalken, die oben die primäre Spongiosa tragen, unten sich auf die Innenfläche der Corticalis aufstützen. Sie bestehen aus reifem Knochengewebe, enthalten Kittlinien, sind oben noch von schönen, unten von immer kleineren Osteoblasten umlagert; sie enthalten in der Regel auch keine Knorpeleinschlüsse, oder dies ist nur ausnahmsweise der Fall. An der Stelle, wo das schief verlaufende sekundäre, mit den senkrecht absteigenden primären Bälkchen sich schneidet, bleibt nämlich letzteres partiell, gerade an dem Schnittpunkte stehen und wird zum Aufbaue des sekundären Bälkchens mitverwendet. Manchmal wird ein langes, sekundäres Bälkchen von 2 und 3 primären geschnitten und dann kann es 2 und 3 Knorpeleinschlüsse enthalten. Aber diese Knorpeleinschlüsse nehmen nicht die Achse des Bälkchens ein, sondern stehen nach wie vor parallel zur Rippenachse, treten also am oberen Rande in den Balken ein und durchziehen ihn schief bis zum unteren Rande. An diesem Verhalten der Knorpeleinschlüsse erkennt man sofort, daß sie bloß aus den primären Bälkchen entlehnt sind und daß trotz des Knorpeleinschlusses das Bälkchen kein primäres, sondern ein sekundäres ist. Im allgemeinen aber sind die sekundären Spongiosabalken knorpelfrei.

Wenn auch die sekundäre Spongiosa von unten immer abgebaut, von oben zugebaut wird, also transitorischer Art ist wie die primäre, so ist sie deswegen nicht überflüssig, ohne sie würden die primären Bälkchen einfach frei in die Markhöhle hineinhängen ohne jegliche Unterstützung. Die Knorpelverkalkungsschicht, die primäre und sekundäre Spongiosa sind eben transitorische Bildungen, die die Aufgabe haben, die Überführung von Knorpel in Knochen, somit das Längenwachstum, ohne Gefährdung der Kontinuität des Knochens und seiner statischen Aufgabe im wachsenden Organismus zu vermitteln.

g) Die Corticalis besteht aus kompaktem, wie bei der Ratte gewöhnlich, nicht schön lamellärem Knochen, mit wenig Zellen, Gefäßkanälen und Kittlinien. Das obere Ende der Corticalis reicht bis ins Niveau der Knorpelwucherungsschicht hinauf.

Im oberen Teil weist die Corticalis noch folgende, nicht immer vorhandene Eigenschaften auf. Sie ist etwa in der Höhe der primären Spongiosa und etwas tiefer unterbrochen oder enthält Knorpeleinschlüsse. Die Unterbrechung ist zweifellos ein erworbener Zustand, denn am obersten Ende, im Niveau der Knorpelwucherungs- und präparatorischen Verkalkungsschicht, wo die Corticalis an Länge wächst, ist sie immer, wenn auch in geringer Mächtigkeit zu sehen. Dieser Abbau der Corticalis spielt sich immer an der gleichen Stelle, in der Höhe der primären Spongiosa ab, führt zur Bloßlegung der Spongiosa und geht auf lakunärem Wege an der Periostfläche vor sich. Es ist das gerade jene Stelle, wo das zu dick angelegte vordere Ende der knöchernen Rippe sich zu dem viel dünneren Schaft verschmächtigt. Diese Verschmächtigung hat zur Aufgabe, dem Rippenschaft seine gewöhnliche Dicke zu verleihen. Es gibt aber auch noch einen zweiten Grund zum lakunären Abbau des Schaftes vom Periost aus und das ist die bei der Vergrößerung des Thoraxraumes erfolgende Verlegung der Rippe nach außen, was durch Anbau an der pektoralen und Abbau an der pleuralen Periostfläche erfolgen muß. Den Abbau und die Unterbrechung der Corticalis aus diesem Grunde werden wir daher nur an der pleuralen Fläche finden, welche auch tatsächlich die bevorzugte ist.

Das Vorkommen von Knorpeleinschlüssen in der Corticalis an der gleichen Stelle hat folgenden Grund. Der aus den oben angegebenen Gründen entstandene Defekt, der pleuralen Corticalis hat den Zweck, diese mehr nach der Rippenachse zu zu verlegen, und so schließt sich der Defekt durch Knochenneubildung wieder, die aber mehr gegen das Rippeninnere zu erfolgt. (Nebenbei bemerkt, kann diese Verlegung der Corticalis erfolgen, ohne daß letztere eine Unterbrechung erfahren muß.) Dort, wo aber jetzt Knochenneubildung erfolgen soll, befindet sich gerade die bloßgelegte Spongiosa. Es brauchen daher nur die Zwischenräume zwischen den primären Spongiosabälkchen mit Knochengewebe ausgefüllt und die hier schon liegenden Bälkchen mit zum Aufbau der Corticalis verwendet zu werden, und so entsteht die Corticalis. Weil aber die primären Spongiosabälkchen Knorpeleinschlüsse enthalten, gehen diese in die Corticalis über, und zeigen auch jetzt noch in ihrer neuen Rolle ihre alte Eigenschaft, parallel zu einander und zur Rippenachse zu verlaufen.

h) Das Periost zeigt nichts besonderes und endet oben entsprechend der oberen Grenze der Knorpelwucherungsschicht in der Ossifikationsgrube mit einer kleinen Verdickung, dem Ossifikationswulst.

i) Das Knochenmark ist zellig mit spärlichen Fettzellen untermischt. Gegen das obere Ende der Markhöhle werden die Riesenzellen und Gefäße sehr reichlich.

k) Das Osteoid kommt in meßbarer Breite eigentlich nur an 2 Stellen vor: 1. an der Außenfläche und den Gefäßkanälen der Corticalis, 2. am oberen Corticalisende.

1. 37 Messungen, 6 μ Durchschnitt, 12·5 μ Maximum, 2·5 μ Minimum.
2. 7 » 9 μ » 15·0 μ » 2·5 μ »

* * *

Fall 4. Weiße, weibliche Ratte, 126 *g* schwer, mit intakten, gelben, durchscheinenden, tadellosen Nagezähnen, am Lande aufgewachsen; 15 Tage vor der Tötung wurde dem Tier eine obere Rippe reseziert und die rechte Fibula frakturiert. Der Wundverlauf blieb ungestört. Bei der Obduktion erwies sich das Tier als muskelkräftig und gut genährt. Die Nagezähne waren nach wie vor tadellos, das Tier wog 134 *g*. Es fand sich keine Spur von Rachitis. Die Epithelkörperchen waren als winzige Pünktchen mit freiem Auge deutlich zu sehen. Der Fibulakallus war noch ganz deutlich beweglich.

Histologischer Befund: Das Material wurde 3 Tage in Müller entkalkt.

I. Die obere Rippe.

a) Der verkalkte Rippenknorpel bietet nichts besonderes, er ist dunkelblau gefärbt, enthält große, helle Zellen mit kleinem dunklen Kern und ist von zahlreichen Querrissen durchsetzt.

b) Der ruhende Knorpel ist im Durchschnitt 285 μ hoch, maximal 300 μ, minimal 240 μ. Die Grundsubstanz wie immer reichlich, homogen, rotviolett und gefäßlos, die Zellen meist groß, hell, mit großem hellen Kern, zu 2 bis 4 zusammenliegend.

c) Die Knorpelwucherungsschicht hat im ganzen eine linsenförmige Gestalt und ist durchschnittlich 131 μ hoch, maximal 150 μ, minimal 120 μ. In der blauvioletten reichlichen Grundsubstanz liegen niedere, nach oben zusammenstrebende Säulen, die aus kleinen querspindeligen, nach unten sich vergrößernden Zellen zusammengesetzt sind, die heller sind als in den meisten andern Fällen.

d) Die präparatorische Verkalkungszone ist als kontinuierliche Schicht erhalten, die im Durchschnitt 19 μ hoch ist, maximal 30 μ, minimal 15 μ. Die Schicht ist also nieder, nur 1 bis 3 Zellen hoch; die Zellen hell, rundlich in Säulen stehend, aber kleiner als in den mittleren Rippen; die Grundsubstanz ist wie immer in den oberen Rippen zwischen den Säulen noch immer deutlich reichlicher als in den Säulen zwischen den Zellen, im ganzen aber spärlicher als in der vorhergehenden Schichicht und vollständig verkalkt, dunkelblau und die obere Grenze dieser blauen Färbung gar nicht scharf.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Die enchondrale Ossifikation spielt sich in minimalem Grade ab, und eine primäre Spongiosa fehlt ganz. Es ist nämlich der Unterfläche des Knorpels die zur sekundären Spongiosa gehörige knöcherne Schlußplatte angelagert, welche nur hie und da von einem Markgefäß durchbrochen wird, das so zum Knorpel gelangt und in demselben nach Aufbrechen einiger Zellen und Abbau der zwischen ihnen gelegenen Grundsubstanz eine kleine Höhle aushebt.

f) Die sekundäre Spongiosa wird von der eben erwähnten Schlußplatte und einigen wenigen Stützbälkchen dargestellt, die die Querplatte auf die Innenfläche der Corticalis aufstützen. Die Platte ist nicht gewölbt, sondern flach, hat nach oben gegen den Knorpel eine konvexglobuläre Grenze, geht am Rande kontinuierlich in das obere Corticalisende über, ist nur wenig dünner als dieses, und besteht, wie die Balken selbst, aus reifem, mit Kittlinien versehenen, von Knorpeleinschlüssen freien Knochengewebe. Die Schicht ist im Durchschnitt 340 μ dick, maximal 405 μ, minimal 270 μ.

g) Die Corticalis nimmt nach oben an Dicke ab, besteht aus reifem Knochengewebe mit Kittlinien, ist am oberen Ende von der Periostfläche her lakunär angenagt und weist im oberen Ende der pleuralen Seite Knorpeleinschlüsse auf, die in typischer Weise zum Teil noch jene zur Rippenachse parallele Stellung einnehmen, wie in jener Zeit, als sie noch im primären Spongiosabälkchen lagen. Am oberen Corticalisende findet sich kein Osteoid.

h) Das Periost bietet nichts besonderes.

i) Das zellige Knochenmark enthält reichlich Fettzellen, aber nur wenige Riesenzellen und Blutgefäße.

k) Das Osteoid ist sehr spärlich, findet sich im wesentlichen an der Peri- und Endostfläche der Corticalis, selten an der Spongiosa.

13 Messungen, 2·5 μ Durchschnitt, 5 μ Maximum, 1·3 μ Minimum.

* * *

II. Mittlere Rippen (Fig. 5).

a) Der verkalkte Rippenknorpel (*vK*) bietet den gleichen Befund wie oben.

b) Der ruhende Knorpel (*rK*) ist durchschnittlich 277 μ hoch, maximal 330 μ, minimal 180 μ, und zeigt eine seitliche Ausbauchung (*a*) oberhalb der Ossifikationsgrube. In der reichlichen, rotvioletten, gefäßlosen Grundsubstanz liegen meist große, helle Zellen mit rundem, großem, hellem Kern und lichtem, reichlichem Protoplasma, das nur ausnahmsweise dunkelblau ist (*b*). Gegen die seitlichen Ausbauchungen hin werden die Zellen, wie in allen Fällen, kleiner und dunkler.

c) Die Knorpelwucherungszone (*KW*) hat in toto eine linsenförmige oder flach kalottenförmige Gestalt und ist durchschnittlich 141 μ hoch, maximal 165 μ, minimal 135 μ. Die Grundsubstanz ist homogen, blauviolett, oben reichlich und gegen die vorhergehende Schicht nicht scharf begrenzt, unten spärlicher. Die kleinen, dunklen, querspindeligen, dicht zusammengepreßten Zellen setzen hohe, nach oben zusammenstrebende und sich zuspitzende Säulen zusammen. In den Säulen zwischen den Zellen färbt sich die Grundsubstanz dunkler als zwischen den Säulen.

d) Die präparatorische Verkalkungszone (*pV*) ist durchschnittlich 56 μ hoch, maximal 60 μ, minimal 45 μ. Es liegen 2 bis 4 Zellen übereinander, die polygonal, groß, hell sind, einen runden, hellen Kern mit feiner Chromatinstruktur besitzen, ein helles Protoplasma, aber im allgemeinen nicht so groß und hell sind als in manchem anderen Falle. Die Zellen stehen in Säulen, die parallel sind zur Rippenachse und infolge der Zellenvergrößerung so breit sind, daß zwischen ihnen die Grundsubstanz auf schmale Septen reduziert ist. Diese ist überall vollständig verkalkt, von dunkelblauer Farbe, die sich nach obenhin in keiner Weise scharf begrenzt.

e) Die enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Die enchondrale Ossifikation geht in sehr lebhafter Weise nach normalem Typus vor sich, indem Knorpelkapseln von Blutgefäßen aufgebrochen werden und nachwuchernde

Osteoblasten sofort, oft schon in der (von oben gerechnet) zweiten eröffneten Kapsel Knochengewebe in globulärer Form apponieren, so daß daraus die primären Spongiosabälkchen resultieren. Dieser ganze Prozeß hat im vorliegenden Falle etwas Klares und Übersichtliches, was bei den anderen Tieren nicht immer der Fall ist, und das beruht auf folgendem: Für gewöhnlich fallen dem vaskulären Abbau vor allem die Zellsäulen zum Opfer, während die Grundsubstanzpfeiler zumeist erhalten bleiben. Da die Pfeiler die Grundlage für die primären Spongiosabälkchen abgeben, werden diese in großer Zahl gebildet, stehen dicht zusammen, bleiben darum sehr schmal und die Markräume zwischen ihnen sind so eng, daß nur ein enges Gefäß und einige Osteoblasten Platz in ihnen finden. Es resultiert dabei gewöhnlich ein sehr dicht gebautes, wenig übersichtliches Balkenwerk. Anders hier. Es werden nicht nur die Zellsäulen, sondern zum großen Teil auch die zwischen ihnen liegenden Grundsubstanzpfeiler mit abgebaut und nur wenige stehengelassen. Darum gibt es hier auch nur wenige primäre Spongiosabälkchen (*pSp*), die durch mit Gefäßen und Osteoblasten angefüllte, oft sogar zelliges Mark führende, breite Markbuchten (*c*) voneinander getrennt sind, also weit auseinanderstehen (pSp_1, pSp_2) und darum auch einen dicken Knochenanwurf erhalten. Es resultieren so kräftige, senkrecht nach abwärts ziehende primäre Spongiosabälkchen, die weit auseinanderstehen und darum viel leichter zu studieren sind. Es ist nur noch zu erwähnen, daß durch starke Knochenapposition bis 5 Bälkchen sich zu einem dickeren Massiv vereinigen können, das dann natürlich ebensoviele Knorpeleinschlüsse führt. Die primäre Spongiosa ist durchschnittlich 97 μ hoch, maximal 155 μ, minimal 45 μ.

f) Die sekundäre Spongiosa (*sSp*) ist im Durchschnitt 651 μ hoch, maximal 1050 μ, minimal 450 μ. Wie gewöhnlich besteht die Schicht aus einigen wenigen Balken, die sich oben an die primäre Spongiosa anschließen, als echte Stützbalken schräg nach unten außen ziehen, um ihren Stützpunkt an der Innenfläche der Corticalis zu finden, dick sind, aus reifem Knochen mit Kittlinien bestehen und sogar noch einen Saum schmächtiger Osteoblasten aufweisen. Ihre Zahl ist geringer, als man dies nach der Fig. 5 schließen könnte. Es ist für das Photogramm ein Schnitt mit besonders reichlicher Spongiosa ausgewählt worden. Die Markräume zwischen den Balken sind um vieles breiter als diese selbst und führen zelliges Mark. Besonders schön sind in diesem Falle die Knorpeleinschlüsse der sekundären Spongiosabälkchen zu sehen (*sSp*), welche, da sie den primären Spongiosabälkchen entlehnt sind, wie in diesen noch immer mehr oder weniger senkrecht nach abwärts ziehen, ohne Rücksicht darauf, daß das Bälkchen selbst schräg liegt. Dies ist typisch für den entlehnten, aber inkonstanten Knorpeleinschluß der sekundären Spongiosa.

g) Die Corticalis besteht aus reifem Knochengewebe mit blauen, schlanken, dunklen Knochenzellen und wenigen Gefäßkanälen und reicht fein zugespitzt bis zur Ossifikationsgrube hinauf (*e*). In der Höhe der primären Spongiosa ist die Corticalis entweder unterbrochen, so daß daselbst die Spongiosa bloßliegt, oder es ist der Defekt bereits unter Mitverwendung der Spongiosa wieder vermauert und dann enthält die Corticalis die von der Spongiosa entlehnten Knorpeleinschlüsse, die, ebenso wie seinerzeit in der Spongiosa selbst, senkrecht nach abwärts ziehen und sogar auch tiefer unten in der Corticalis anzutreffen sind.

In allen Rippen war ferner entweder bloß auf der pektoralen oder auch auf der pleuralen Seite eine frischere periostale Knochenauflagerung zu sehen (*C*, *C*), die im Gegensatz zur alten Corticalis größere Knochenzellen mit helleren Kernen, eine nicht rot-, sondern blauviolette Farbe, nicht spärliche, sondern zahlreiche Gefäßkanäle und viel zahlreichere und dickere osteoide Säume (*f*) besitzt. Alles das sind Zeichen des geringen Alters dieser periostalen Auflagerung (*C*) im Vergleich mit der alten Corticalis (*aC*).

Diese periostale Auflagerung ist beim physiologischen Umbau der Rippe entstanden und nicht etwa die Folge irgendeines pathologischen Prozesses. Mit zunehmendem Alter des Tieres wird nämlich die Rippe nicht nur länger, sondern auch dicker und die Dickenzunahme kommt zustande durch Abbau an der enostalen und Anbau an der periostalen Fläche. Dem Abbau fällt die alte Corticalis immer mehr zum Opfer und in der Fig. 5 ist dieser Abbau so weit gediehen, daß die alte Corticalis (*aC*) bei *d* endet und von da an die Kontinuität der Corticalis schon allein durch die junge Auflagerung (*C*) gegeben ist, während diese tiefer unten (*f*) noch der alten Corticalis aufliegt. Das Sonderbare an diesem Umbauprozeß ist nur, daß er nicht ganz allmählich, unmerklich vor sich geht, sondern nach langer Ruhepause, förmlich sprungweise, von neuem aufgenommen wird, so daß er leicht zu beobachten ist. Dient dieser Umbau der Dickenzunahme der Rippe, so ist er ringsherum an der Corticalis zu finden. Der Umbau hat gerade am oberen Rippenende einen so bedeutenden Sprung gemacht, daß hier die alte Corticalis schon ganz abgetragen wurde, und das zeigt, daß die Verdickung der Rippe gerade an der Ossifikationsgrenze in der letzten Zeit rasch und sprunghaft zugenommen haben muß. Findet der Umbau in der beschriebenen Richtung nur auf der einen, der pectoralen Seite statt, so dient er nicht der Verdickung der Rippe, sondern ihrer mit der Vergrößerung des Thoraxraumes einhergehenden Verlagerung in zentrifugaler Richtung.

h) Das Periost endet mit einer geringen Verdickung in der Ossifikationsgrube (*e*), die am oberen Rande der Knorpelwucherungsschicht liegt.

i) Das zellige Knochenmark, welches am oberen Ende massenhaft strotzend gefüllte Gefäße und auch einige Fettzellen führt, enthält nur mäßig viele Riesenzellen.

k) Das Osteoid findet sich am häufigsten: 1. in der periostalen Auflagerung, was ganz natürlich ist, weil das, was das Auftreten osteoider Säume anzeigt, nämlich der Appositionsvorgang, hier am regsten vor sich geht; 2. in der Spongiosa ist es seltener und dünner; 3. am oberen Schaftende war es am dicksten.

1.	27	Messungen,	7·4 μ	Durchschnitt,	12·5 μ	Maximum,	2·5 μ Minimum.
2.	24	»	4·5 μ	»	10·0 μ	»	2·5 μ »
3.	8	»	8·4 μ	»	12·5 μ	»	7·5 μ »

* * *

Fall 5. Weiße, männliche Ratte, 210 *g* schwer, mit intakten, gelben, durchscheinenden, tadellosen Nagezähnen, am Lande aufgewachsen. 15 Tage vor der Tötung wurde dem Tier eine obere Rippe reseziert und die rechte Fibula frakturiert. Heilung per primam. Bei der Obduktion wog das Tier 225 *g*, war besonders muskelkräftig und gut genährt, die Nagezähne nach wie vor tadellos, am Skelett keine Spur von Rachitis, die Epithelkörperchen waren makroskopisch mit Sicherheit nicht zu sehen. Die Fibula an der Bruchstelle schon ganz fest vereinigt.

Histologischer Befund.

I. Obere Rippe. Das Material wurde 3 Tage in Müller entkalkt.

a) Der verkalkte Rippenknorpel ist wie immer dunkelblau gefärbt, von queren Rissen durchsetzt und enthält große, helle Zellen mit kleinem, dunklem Kern.

b) Der ruhende Knorpel ist durchschnittlich 270 μ hoch, im Maximum 300 μ, im Minimum 240 μ. In der homogenen, reichlichen, hellrotvioletten Grundsubstanz liegen zumeist große, helle Zellen mit großem, hellem, rundem Kern, in Gruppen bis zu 4 beisammen.

c) Die Knorpelwucherungszone hat im ganzen eine flach linsenförmige Gestalt und ist durchschnittlich 123 μ hoch, maximal 135 μ, minimal 105 μ. Die homogene, hellblauviolette Grundsubstanz ist oben reichlich, unten weniger reichlich, die kleinen, querspindeligen Zellen mit dem kleinen, dunklen Kern, dem spärlichen dunkelroten Protoplasma setzen Säulen zusammen, die sich nach oben verjüngen und konvergieren. Die Grundsubstanz in den Säulen zwischen den Zellen ist dunkler gefärbt als zwischen den Säulen.

d) Die präparatorische Verkalkungsschicht ist im Durchschnitt 93 μ hoch, maximal 105 μ, minimal 75 μ. An Stellen, an denen enchondrale Ossifikation vor sich geht, ist die Schicht 2 bis 4 Zellen, sonst 7 bis 12 Zellen hoch. In langsamem Übergang gehen die Zellen aus denen der vorhergehenden Schicht hervor, werden größer, heller, haben einen großen, runden, fast homogen lichtblauen Kern und ein noch helleres, wabiges Protoplasma. Die Zellen setzen parallel zur Rippenachse stehende oder sogar nach oben divergierende Säulen zusammen. Infolge der Zellvergrößerung werden die Säulen so breit, daß die Grundsubstanz zwischen ihnen so schmal wird wie in den Säulen zwischen den Zellen. Die Grundsubstanz ist homogen verkalkt, schwarzblau, doch liegen zu oberst $^1/_2$ bis 2 bereits vergrößerte Zellen noch außer dem Verkalkungsbereich.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Die im folgenden zu schildernden Bilder sind sehr mannigfaltig und werden uns zeigen, daß hier, im Gegensatz zur oberen Rippe anderer Fälle, die enchondrale Ossifikation gar nicht ruht, im Gegenteil sehr lebhaft ist, allerdings nachdem kurz vorher ein Stillstand des Prozesses bestanden hatte. Also wieder ein Beispiel für die sprunghafte Art des Knochenwachstums. Die enchondrale Ossifikation geht in reger Weise nach normalem Typus vor sich und die die Knorpelkapseln aufbrechenden Kapillaren dringen bald in gerader Linie vor, bald ist eine der anderen um 1 bis 3 Zellen vor. Das Aufbrechen der Kapseln erfolgt entlang den Säulen und die zwischen den Zellsäulen liegende Grundsubstanz wird vorläufig überall erhalten. So werden aus dem Knorpel die Grundsubstanzpfeiler herausgearbeitet, die eine Höhe von 1 bis 3 Zellen erreichen, ohne daß Osteoblasten nachrücken und den Knochenanwurf erzeugen würden. Bevor dies geschieht, wird ein großer Teil der Grundsubstanzpfeiler von unten her abgetragen, ein Teil bleibt aber stehen und bekommt einen ganz besonders dicken Knochenanwurf und so

entstehen statt vieler dünner einige dicke primäre Spongiosabälkchen. Es findet somit unter den knorpeligen Anlagen der primären Spongiosabälkchen eine Auslese statt, sie werden sozusagen vereinzelt.

In anderen Schnitten hat wieder der größere Teil der Ossifikationszone folgende Beschaffenheit: Zu oberst liegt die präparatorische Knorpelverkalkungsschicht; es folgt nach unten eine 1 bis 3 Zellen hohe Knorpelschicht, in der die Kapseln von Blutgefäßen aufgebrochen werden, ohne daß sich Osteoblasten oder ein Knochenanwurf einstellen würden; noch weiter nach unten folgt eine 3 bis 6 Zellen hohe Schicht verkalkten Knorpels, der absolut frei ist von vaskulärem Abbau und helle, aber kleine Zellen enthält, die, je tiefer nach unten, um so kleiner werden; ganz unten endlich folgt eine horizontale, dicke Knochenplatte, welche in einer globulären Linie der Unterfläche des Knorpels angebaut und stellenweise durch einen Gefäßkanal perforiert ist.

Wir haben uns somit vorzustellen, daß hier das Wachstum einige Zeit geruht hat, nur kleinzelliger Knorpel gebildet und durch eine knöcherne Schlußplatte vermauert wurde. Die neuerliche Aufnahme des Längenwachstums erfolgte so, daß die Knorpelwucherungszone neuen, großzelligen Knorpel in die Verkalkungsschicht abzusetzen begann, durch die knöcherne Schlußplatte Gefäße neuerdings in den Knorpel eindrangen, dessen alte kleinzellige Schichten in der Tiefe unberührt ließen und erst am oberen jüngeren, großzelligen Knorpel neuerdings ihre abbauende Tätigkeit wieder aufnahmen. Die primäre Spongiosa ist durchschnittlich 106 μ hoch, maximal 330 μ, minimal 45 μ.

f) Die sekundäre Spongiosa ist durchschnittlich 637 μ hoch, maximal 750 μ, minimal 525 μ. Sie besteht wie gewöhnlich aus einigen wenigen, dafür dickeren Bälkchen, die oben die primäre Spongiosa tragen, sich unten auf die Innenfläche der Corticalis stützen und aus reifem Knochengewebe bestehen.

g) Die Corticalis besteht aus einer reifen Compacta mit Kittlinien und im Spongiosabereiche mit Knorpeleinschlüssen und lakunärer, zum Teil noch immer in osteoklastischer Resorption begriffener periostaler Fläche.

h) Das Periost ist ungewöhnlich dick und zellreich und endet an der oberen Grenze der Knorpelwucherungszone, in der Ossifikationsgrube, mit einem besonders kernreichen Ossifikationswulst.

i) Im zelligen Knochenmark liegen viele Riesenzellen und im oberen, gefäßreicheren Anteil auch einige Fettzellen.

k) Das Osteoid ist so selten, daß an 8 Schnitten nur 27 Messungen möglich waren. 1. Es fand sich noch am ehesten an der periostalen, weniger an der enostalen Corticalisfläche, sehr selten an der sekundären, gar nicht an der primären Spongiosa. 2. wurde es am oberen Corticalisende gemessen.

1. 21 Messungen, 4·2 μ Durchschnitt, 10 μ Maximum, 2·5 μ Minimum.
2. 6 » 6·3 μ » 10 μ » 2·5 μ »

* * *

II. Mittlere Rippen. Das Material wurde 5 Tage in Müller entkalkt.

a) Der verkalkte Rippenknorpel steht oft auffallend winkelig zur knöchernen Rippe; sonst der Befund wie oben.

b) Der ruhende Knorpel ist im Durchschnitt 300 μ hoch, maximal 330 μ, minimal 270 μ. Auf der konkaven Seite des zwischen Knorpel und Knochen gebildeten Winkels ist die seitliche Ausbauchung kleiner als auf der entgegengesetzten; sonst alles wie oben.

c) Die Knorpelwucherungszone ist durchschnittlich 154 μ hoch, maximal 165 μ, minimal 135 μ. Der Übergang von den kleinen Zellen dieser zu den großen Zellen der nächsten Schicht ist stellenweise allmählich, sonst alles wie oben.

d) Die präparatorische Verkalkungsschicht ist durchschnittlich 99 μ hoch, maximal 105 μ, minimal 90 μ. Die Zellen stehen zu 2 bis 4 übereinander; sonst alles wie oben.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Die enchondrale Ossifikation geht auf der ganzen Linie vor sich. Nirgends ruht der Prozeß, nirgends gibt es Zeichen dafür, daß er früher geruht hat. In regulärer Weise rücken den die Kapseln aufbrechenden Gefäßen sehr zahlreiche und kräftige Osteoblasten nach und in der ersten bis zweiten eröffneten Knorpelkapsel, von der obersten gerechnet, stellt sich auch schon der Knochenanwurf ein. Aber ehe noch die Balken eine namhafte Länge erreichen, werden die meisten von ihnen schon wieder von unten abgebaut, darum bleiben sie ganz kurz und die Schicht der primären Spongiosa ganz nieder, im Durchschnitt 135 μ, maximal 375 μ, minimal 45 μ, hoch. Vielleicht ist diese auffallende Kürze der primären Spongiosabälkchen nichts anderes als der Beginn ihres

Verschwindens bei diesem schon älteren Tiere. Wissen wir doch schon, daß nach abgeschlossenem Längenwachstum die primäre Spongiosa ganz verschwindet und durch eine sekundäre dauernd ersetzt wird. Dieses Kurzhalten der Bälkchen bleibt aber nicht ohne Ausnahme, denn man sieht in einem Schnitt zum Beispiel 1 bis 3 primäre Spongiosabälkchen, welche aus der Reihe der anderen nach unten zu tief herausragen, um mit der sekundären Spongiosa in Fühlung zu treten. Es findet also auch hier eine Auslese unter den Bälkchen statt, viele werden rasch abgebaut, vereinzelt, einige bleiben erhalten und werden recht lang.

f) Die sekundäre Spongiosa ist durchschnittlich 990 μ hoch, maximal 1200 μ, minimal 600 μ. Sie ist besonders dürftig, besteht aus einigen Bälkchen, wie sie schon oben geschildert wurden. Osteoblasten fehlen hier ganz oder sind sehr klein.

g) Die Corticalis wie oben; sonst im Spongiosabereiche bald unterbrochen, bald Knorpel einschließend, bald an der periostalen Fläche lakunär und an der endostalen mti Osteoblasten besetzt. Das obere Corticalisende reicht bis zur Ossifikationsgrube.

h) Periost ohne Besonderheiten.

i) Das Knochenmark ist rein zellig, nach oben zu reich an Riesenzellen und Gefäßen.

k) Das Osteoid ist im allgemeinen selten, so daß an 12 Schnitten nur 26 Messungen möglich waren; es fand sich fast nur an der Corticalis und gar nicht an der primären Spongiosa. Da diese in lebhafter, jene in träger Apposition begriffen ist, so muß dieses Verhalten sehr auffallen. Es zeigt sich, daß der Kalkstoffwechsel allein nicht maßgebend ist für die Anwesenheit von Osteoid, sondern auch noch lokale Momente mitspielen. So zum Beispiel besteht beim primären Spongiosabälkchen aus lokalstatischen Gründen das Bedürfnis, so rasch und gründlich wie möglich zu verkalken, da es zur Aufgabe hat, den von den Gefäßen soeben erst zerfressenen Knorpel zu verstärken. In der mächtigen Corticalis mit dem dünnen Appositionssaum besteht ein solches Bedürfnis nach raschester Verkalkung aber nicht. Die Dicke des Osteoids betrug nach 26 Messungen 6·3 μ im Durchschnitt, 15 μ im Maximum, 2·5 μ im Minimum. Am oberen Corticalisende gemessen betrug aber das Osteoid bloß 2·5 μ im Durchschnitt, 3 μ im Maximum, 2 μ im Minimum. Diese kleinen Zahlen dürften ihren Grund in verlangsamter Apposition bei diesem schon älteren Tiere haben, bei dem das obere Corticalisende nur noch ein ganz geringfügiges Längenwachstum aufgewiesen haben dürfte.

* * *

Fall 6. Weiße, männliche Ratte, 138 *g* schwer, mit intakten, gelben, durchscheinenden, tadellosen Nagezähnen; am Lande aufgewachsen. 15 Tage vor der Tötung des Tieres wurde eine obere Rippe reseziert und die rechte Fibula frakturiert. Bei der Obduktion wog das Tier 148 *g*, die Nagezähne waren nach wie vor tadellos, das Tier kräftig und gut genährt. Die Wunde am Thorax war per primam geheilt, die am Bein klaffte etwas, die Haut war infiltriert, aber das Infiltrat erstreckte sich nicht in die Tiefe und erreichte die Fibula bei weitem nicht. Es fand sich keine Spur von Rachitis. Die Epithelkörperchen warnse als winzige Pünktchen schwach angedeutet, der Fibulakallus noch etwas beweglich.

Histologischer Befund. Das Material wurde 3 Tage in Müller entkalkt.

I. Obere Rippe.

a) Der verkalkte Rippenknorpel hat eine dunkelblaue Farbe, ist von vielen Querrissen durchsetzt, enthält große, locker liegende Knorpelzellen, die zu mehreren in einem besonders dunkel gefärbten, scharf begrenzten Hof zusammengefaßt sind. Die blaue Färbung des verkalkten Knorpels hat zum Teil eine scharfe, zum Teil eine ganz unscharfe Grenze, reicht auf der pektoralen Seite fast bis zum Perichondrium, auf der pleuralen Seite jedoch liegt noch rote Knorpelgewebe zwischen beiden.

b) Der ruhende Knorpel ist im Durchschnitt 217 μ hoch, im Maximum 300 μ, im Minimum 150 μ. In der reichlichen rotvioletten, gefäßlosen Grundsubstanz liegen zumeist große, helle Zellen.

c) Die Knorpelwucherungszone ist im Durchschnitt 75 μ hoch, maximal 90 μ, minimal 60 μ. Die blauviolette Grundsubstanz ist, namentlich oben, besonders reichlich. Die nach oben zusammenstrebenden Säulen sind nieder und schmal, stehen weit auseinander und bestehen aus kleinen, dunklen, querspindeligen Zellen, die nach unten langsam größer, heller, rundlich werden. Die Grundsubstanz in den Säulen zwischen den Zellen färbt sich dunkler als zwischen den Säulen. Die Schicht ist in toto flach linsenförmig.

d) Die präparatorische Verkalkungsschicht ist durchschnittlich 21 μ hoch, maximal 30 μ, minimal 15 μ. Sie ist 1 bis 3 Zellen hoch, die Zellen sind hell und rundlich, größer als in der vorhergehenden Schicht, aber doch viel kleiner als in der gleichen Schicht bei nicht ruhendem Längenwachstum. Die Kleinheit der Zellen dieser Schicht unter Abschluß des Längenwachstums gehen immer Hand in Hand. Die Zellen stehen noch in Säulen und da die Zellen klein sind, so sind die Säulen schmal, die Grundsubstanz zwischen den Säulen nicht stark reduziert und die Säulenstruktur gut erhalten. Die Grundsubstanz ist durchwegs verkalkt, dunkelblau, und diese Farbe zeigt nach oben eine haarscharfe Grenze, die zwischen je 2 Zellsäulen eine nach unten konkave Form besitzt.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Diese fehlt vollständig, erstere so gut wie vollständig, da nur ganz ausnahmsweise ein Gefäß die unten zu erwähnende knöcherne Querplatte perforiert, so zum Knorpel gelangt und ihn in kaum merkbarer Weise abbaut. Das ist alles.

f) Die sekundäre Spongiosa ist im Durchschnitt 249 μ hoch, im Maximum 300 μ, im Minimum 210 μ. Sie hat oben die typische quere, flache, knöcherne Schlußplatte ausgebildet, welche der Unterfläche des Knorpels angelagert ist, am Rande ringsherum kontinuierlich in das obere Ende der Corticalis übergeht, aus reifem Knochengewebe besteht, Kittlinien und Gefäßkanäle aufweist, aber Knorpeleinschlüsse vermissen läßt. Die Platte kann als kontinuierlich bezeichnet werden, denn sie weist nur vereinzelt ein perforierendes Kanälchen auf. Die Schlußplatte wird von äußerst spärlichen Bälkchen getragen, die sich auf die Innenfläche der Corticalis aufstützen.

g) Die Corticalis ist am oberen Ende so dick als die Schlußplatte, unten dicker, aus reifem Knochen mit Kittlinien aufgebaut und oben an der Periostfläche lakunär angenagt. Während normaliter das obere, verdickte Ende der Rippe für gewöhnlich am äußersten Ende, gegen die Ossifikationsgrube hin, wieder etwas zusammengeschnürt ist und so leicht becherförmig wird, ist bei dieser Rippe, wie gewöhnlich bei ruhendem Längenwachstum, das obere Ende einfach trichterförmig verbreitert. Das obere Corticalisende ist frei von Osteoid.

h) Das Periost ist ohne Besonderheiten.

i) Im zelligen Knochenmark finden sich spärliche Riesenzellen, Gefäße und Fettzellen, letztere nach unten etwas zahlreicher.

k) Das Osteoid ist so selten, daß an 5 Schnitten nur 10 Messungen möglich waren. Es findet sich überhaupt nur an der Innenfläche der Corticalis und vereinzelt auch auf der Schlußplatte.

10 Messungen, 2·4 μ Durchschnitt, 3·8 μ Maximum, 1·3 μ Minimum.

* * *

II. Mittlere Rippen (Fig. 6).

a) Der verkalkte Rippenknorpel (*vK*) zeigt im wesentlichen dasselbe wie oben, nur sind die Zellen etwas größer, haben ein helles, fädig geschrumpftes Protoplasma und einen pyknotischen Kern. Die Grenze der intensiv blauen Farbe ist gegen das Perichondrium zu stets unscharf, gegen den ruhenden Knorpel aber manchmal scharf.

b) Der ruhende Knorpel (*rK*) ist im Durchschnitt 270 μ hoch, maximal 300 μ, minimal 225 μ. Er zeigt, wie in jeder normalen Rippe, oberhalb der Ossifikationsgrube eine geringe seitliche Ausbuchtung (*a*) und enthält in der reichlichen, rotvioletten, homogenen Grundsubstanz, wie immer, axial große, helle Zellen mit großem, rundem, hellem Kern und hellem Protoplasma, während nach den Seitenausbauchungen hin die Zellen klein und dunkel werden.

c) Die Knorpelwucherungsschicht (*KW*) ist im Durchschnitt 157 μ hoch, maximal 195 μ, minimal 135 μ. In diesem Fall ist die Gesamtform der Schicht nicht immer regelmäßig linsenförmig, sondern oft leicht S-förmig gebogen (*KW*) In der blauvioletten, oben reichlichen, unten spärlichen Grundsubstanz liegen zu hohen, nach oben zusammenstrebenden Säulen aufgetürmt die kleinen, dunklen, querspindeligen Zellen, die nach unten allmählich größer werden. Die Grundsubstanz in den Säulen zwischen den Zellen färbt sich dunkler als zwischen den Säulen. In manchen Rippen sieht man am Rippenrande die Grundsubstanz von oben außen nach unten innen von leicht basophilen, parallelen Zügen durchsetzt, die die Zellsäulen durchqueren.

d) Die präparatorische Verkalkungsschicht (*pV*) ist durchschnittlich 101 μ hoch, maximal 120 μ, minimal 75 μ. Die großen, polygonalen Zellen mit großem, hellem, rundem Kern und noch hellerem, wabigem Protoplasma bilden, zwei bis vier übereinander, Säulen, die nicht nach oben konvergieren, sondern axial parallel zur Rippenachse stehen,

marginal sogar nach oben divergieren können und infolge der Zellvergrößerung so breit sind, daß sie eng zusammenstoßen und die überall verkalkte, intensiv blaue Grundsubstanz zwischen den Säulen so dünn ist, als zwischen den Zellen in den Säulen. Am Rippenrande bleiben die Zellen kleiner, sind weniger hell, liegen in reichlicher, noch dunkler blauer Grundsubstanz und reichen tief hinunter, wo sie doch noch dem vaskulären Abbau verfallen oder unbenutzt liegen bleiben.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Die enchondrale Ossifikation ist lebhaft, geht nach normalem Typus vor sich, Gefäße brechen die Kapseln auf, 1 bis 2 Kapseln tiefer stellt sich bereits auf osteoblastischem Wege der Knochenanwurf ein und die primären Spongiosabälkchen sind fertig. Unter diesen tritt, gelegentlich ihres Abbaues von unten her, eine Auslese in der Art ein, daß etwa drei benachbarte ganz kurz bleiben (pSp_1), das vierte aber der abbauenden Tätigkeit vorläufig noch lange Zeit entgeht und darum sehr viel länger wird (pSp_2). Zwischen den langen Bälkchen entsteht dann ein größerer, mit zelligem Mark erfüllter Raum (*b*). Alle primären Spongiosabälkchen sind von besonders reichlichen und großen Osteoblasten umsäumt, in deren Protoplasma deutlich ein runder, heller Fleck wahrnehmbar ist. Im zentralen Teile der Rippe stehen die Bälkchen parallel zur Rippenachse, am Rippenrande aber divergieren sie in auffallender Weise nach oben, also ganz so ähnlich, wie das mit den randständigen Knorpelzellsäulen in der präparatorischen Verkalkungsschicht der Fall ist. Die Höhe der primären Spongiosa beträgt durchschnittlich 242 μ, maximal 450 μ, minimal 105 μ.

f) Die sekundäre Spongiosa (*sSp*) ist hier so dürftig, daß man Mühe hat, hie und da ein Bälkchen zu finden, das dann dick ist, eine randständige Lage einnimmt, schief nach unten außen zieht (*sSp*), um sich auf die Innenwand der Corticalis zu stützen, aus reifem Knochengewebe besteht und keinen Knorpeleinschluß aufweist. Die Schicht ist durchschnittlich 318 μ hoch, maximal 450 μ, minimal 225 μ.

g) Die Corticalis ist der interessanteste Teil dieser Rippe. Man kann hier nämlich eine rotviolett gefärbte alte Corticalis von durchaus kompaktem Bau, aus reifem Knochen mit Kittlinien bestehend (*aC*), von einer neuen, blauvioletten Corticalis unterscheiden (*nC*), welche unten zwar auch kompakt ist, nach oben aber, wo sie immer dicker wird, zahlreiche, stets mit Osteoid und Osteoblasten ausgekleidete Gefäßkanäle aufweist (*nC*) und, nach den größeren Kernen zu urteilen, aus einer erst jungen periostalen Wucherung hervorgegangen ist. Die neue Corticalis erstreckt sich auf der pektoralen Seite viel weiter nach unten (vertebralwärts) als auf der pleuralen Seite und nach oben reicht sie bis fast zur Ossifikationsgrube hinauf (*g*), während die alte Corticalis schon viel früher, bei *e* und *f* ihr Ende findet.

Wenn wir uns nun die Frage vorlegen, wer das ganze Massiv der primären Spongiosa trägt, so müssen wir sagen, im Bereiche der Markhöhle die sekundäre Spongiosa (*sSp*), an der Peripherie das scharf abgeschnittene Ende der alten Corticalis (*e, f*) und außerdem bei *c, d* auch die junge Corticalis. Das Ungewöhnliche des Falles liegt also darin, daß das Massiv der primären Spongiosa viel breiter ist als der Durchmesser des alten Schaftes, der also nicht imstande ist, die Spongiosa zu umgreifen und dies der jungen Corticalis überläßt. Es muß also vor kurzem hier der Fall eingetreten sein, daß der alte Schaft zu schmal für die in die Breite gewachsene Spongiosa geworden ist, so daß sich die Notwendigkeit ergeben hat, zur Stütze der zu groß gewordenen Spongiosa am alten Schaft rasch eine periostale Auflagerung auszubilden.

Es ist zwar ganz natürlich, daß mit zunehmendem Alter, also mit dem Dickerwerden der Rippe, auch die Spongiosa in die Breite wächst, aber man würde erwarten, daß dabei der Durchmesser der Rippe so allmählich zunimmt und mit der Spongiosa in Harmonie bleibt, daß man diese Dickenzunahme der Corticalis nicht leicht verfolgen könne. Das Ungewöhnliche am vorliegenden Bilde ist es eben, daß der ganze Vorgang so sprunghaft erfolgt war, daß er sehr leicht zu verfolgen ist. Eine solche Disharmonie zwischen dem Rippendurchmesser im Spongiosa- und Corticalisbereiche kann nur so zustande gekommen sein, daß entweder die Spongiosa plötzlich übermäßig breit wurde, oder so, daß die Corticalis abnorm lang in ihrem alten, kleinen Durchmesser verharrte. Letztere Möglichkeit wird uns plausibler vorkommen, wenn wir die Fig. 6 mit anderen Rippen vergleichen. Es ergibt sich dabei, daß im vorliegenden Falle der Rippendurchmesser im Spongiosabereich das Normalmaß nicht überschreitet, eher noch etwas gering ist, aber der Durchmesser der alten Corticalis ist auffallend gering.

h) Das Periost bietet nichts Besonderes, es endet oben im Niveau der Knorpelwucherungszone mit dem Ossifikationswulst.

i) Das Knochenmark ist ausschließlich zellig, enthält massenhaft Riesenzellen und ist im oberen Teile gefäßreich.

k) Das Osteoid findet sich vor allem 1. in der neuen Corticalis, wo sie in jedem Gefäßkanal zu sehen, also sehr häufig ist. Es wurde 2. auch am oberen Corticalisende gemessen.

1. 42 Messungen, 5·8 μ Durchschnitt, 10 μ Maximum, 1·3 μ Minimum.
2. 9 » 7·5 μ » 10 μ » 5·0 μ »

* * *

Fall 7. Weiße, männliche Ratte, 153 *g* schwer, mit intakten, gelben, durchscheinenden, tadellosen Nagezähnen. Am Lande aufgewachsen. 15 Tage vor der Tötung wurde dem Tier eine Rippe reseziert und die rechte Fibula frakturiert. Der Wundverlauf blieb ungestört. Bei der Obduktion wog das Tier 175 *g*, war muskelkräftig und gut genährt, die Nagezähne waren nach wie vor tadellos, von Rachitis war keine Spur zu finden, die Hauptepithelkörperchen waren makroskopisch nicht sichtbar, an der Frakturstelle war die Fibula schon ganz fest.

Histologischer Befund:

I. Obere Rippe (Fig. 8). Der Knochen wurde 2 Tage in Müller entkalkt.

a) Der verkalkte Rippenknorpel zeigt nichts Besonderes, ist dunkelblau, von vielen Querspalten durchsetzt, große, helle Zellen mit pyknotischen Kernen enthaltend.

b) Der ruhende Knorpel (*rK*) ist durchschnittlich 243 μ hoch, maximal 270 μ, minimal 195 μ. In seiner homogenen, hellrotvioletten, gefäßlosen Grundsubstanz liegen zumeist große, helle Zellen in Gruppen (*rK*), die gegen die Seitenausbuchtungen (*a*) hin kleiner und dunkler werden.

c) Die Knorpelwucherungszone (*KW*) ist im Durchschnitt 71 μ hoch, maximal 75 μ, minimal 60 μ, im ganzen also nieder. In der homogenen, hellblauvioletten, namentlich oben reichlichen Grundsubstanz liegen die niederen, nach oben zusammenstrebenden Säulen, die sich aus querovalen, kleinen, dunklen Zellen zusammensetzen, welche nach unten (*b*) langsam größer, heller, rundlich werden. In den Säulen zwischen den Zellen ist die Grundsubstanz dunkler gefärbt als zwischen den Zellsäulen.

d) Die präparatorische Verkalkungszone (*pV*) ist durchschnittlich 64 μ hoch, maximal 75 μ, minimal 60 μ. Es wechselt also die Dicke recht bedeutend und das kommt auch darin zum Ausdruck, daß man an manchen Stellen, nämlich an solchen, welche im Abbau begriffen sind (*pV*), nur 2 bis 4 große, helle, polygonale Zellen mit hellem, großem, homogenem Kerne der Höhe nach zählt, während an anderen Stellen, an denen der Abbau ruht (*c*), 6 bis 8 Zellen der Reihe nach gezählt werden können, von denen aber nur die zu oberst liegenden die gleiche Beschaffenheit haben wie die eben beschriebenen, während die zu unterst liegenden viel kleiner und dunkler sind (*c*). Die Zellen stehen in Säulen, die axial senkrecht hinuntersteigen (*c*), am Rande aber (*pV*) nach oben divergieren. Die Grundsubstanz ist durchwegs verkalkt, dunkelblau und diese Farbe verliert sich nach oben ganz langsam.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Letztere existiert hier überhaupt gar nicht, erstere ist stellenweise (*e, f*) in geringem Grade zu beobachten, stellenweise fehlt auch sie ganz (*c, d*). An den letzteren Stellen liegt dem Knorpel die typische quere, knöcherne Schlußplatte (*d*) an, die hier nie die Dicke der Corticalis erreicht, in diese am Rand übergeht und in keinem Schnitte komplett erhalten, sondern vielfach (*e, h*) durchbrochen, defekt ist. Es ist wieder typisch, daß da, wo die Schlußplatte den Knorpel berührt, dieser besonders kleinzellig ist, ein Verhalten, das darauf hindeutet, daß hier seit einiger Zeit die enchondrale Ossifikation vollständig ruht. An solchen Stellen aber, wo die Querplatte defekt ist (*e, h*), dringen Markgefäße wieder in den Knorpel ein und bauen ihn ab. Bei diesem Abbau werden die Zellsäulen nicht elektiv aufgebrochen, sondern auch alle Grundsubstanz mitentfernt, so daß an solchen Stellen ganz große Markbuchten entstehen (*e*), in deren Bereiche das zellige Knochenmark in ausgedehnter Weise mit dem Knorpel in Kontakt tritt. Durch seitliche Ausbreitung dieser Markbuchten kann der Knorpel auch an solchen Stellen abgebaut werden (*f*), an denen die Querplatte noch steht, und da sieht man, daß nicht allein der zu oberst liegende, frisch entstandene, großzellige, sondern auch der alte, kleinzellige Knorpel dem vaskulären Abbau verfällt. An solchen Stellen breiten sich die Osteoblasten an der bloßgelegten oberen Fläche der Querplatte aus, während an der Decke der Bucht der Knorpelabbau weiter vor sich geht. Ein Knochenanwurf ist noch nirgends zu sehen.

Es handelt sich somit um eine Rippe, an der vor einiger Zeit die enchondrale Ossifikation zur Ruhe gelangt war die präparatorische Verkalkungszone nur mit kleinen Zellen ausgestattet, die primäre Spongiosa abgetragen, der Knorpel durch eine knöcherne Querplatte vermauert wurde, während jetzt wieder seit einiger Zeit an vielen Stellen die

enchondrale Ossifikation wieder aufgenommen wurde, die junge, oberste, präparatorische Verkalkungsschicht wieder große Zellen bekam, Markgefäße den Knorpelabbau wieder betreiben, Osteoblasten wieder nachrücken, aber zu einem Knochenanwurf ist es noch nicht gekommen. Alles dies spielt sich nur an einem Teile der Rippenbreite ab, zum Teil ist noch das Bild der Ruhe erhalten.

f) Die sekundäre Spongiosa ist durchschnittlich 266 μ hoch, maximal 300 μ, minimal 180 μ, besteht aus der schon oben geschilderten flachen Querplatte, deren kontinuierlicher marginaler Übergang in das obere Corticalisende, wie zum Beispiel bei *g*, durch gerade hier stattfindenden Abbau stellenweise wieder aufgehoben ist. Ganz kurze, dicke, randständige Balken tragen die Querplatte und stützen sich auf die Innenfläche der Corticalis. Durch entsprechende Lokalisation des an der Platte platzgreifenden Abbaues kommt es vor, daß ein solcher Stützbalken seinen Kontakt mit der Platte verloren hat oder aber direkt den Knorpel zu tragen scheint.

g) Die Corticalis (*i*) besteht aus reifem Knochengewebe mit Kittlinien und ist nahe dem oberen Ende an der Periostfläche lakunär begrenzt.

h) Das Periost ist ohne Besonderheiten.

i) Das zellige Knochenmark ist am oberen Ende stärker vaskularisiert (*l*) und enthält mäßig viele Riesenzellen (*m*) und spärliche Fettzellen.

k) Das Osteoid ist selten, am ehesten an der Endostfläche der Corticalis, selten an der Spongiosa und fehlt am oberen Corticalisende. An 5 Schnitten waren nur 10 Messungen möglich.

2·9 μ Durchschnitt, 5 μ Maximum, 2·5 μ Minimum.

* * *

II. Mittlere Rippen (Fig. 7). Das Material wurde 3 Tage in Müller entkalkt.

a) Der verkalkte Rippenknorpel (*vK*) zeigt dasselbe wie oben.

b) Der ruhende Knorpel (*rK*) ist durchschnittlich 210 μ hoch, maximal 255 μ, minimal 150 μ. Außer, daß die Zellen hier stellenweise stark blau gefärbt sind, ist der Befund der gleiche wie oben.

c) Die Knorpelwucherungsschicht (*KW*) ist im Durchschnitt 177 μ hoch, maximal 195 μ, minimal 150 μ. Die Schicht ist also hoch, ebenso die besonders schön nach oben verjüngten und zusammenstrebenden Zellsäulen. Am Rande finden sich die nach unten und medial konvergierenden, basophilen Züge in der Grundsubstanz, die sogar in die nächst obere und untere Schicht übergehen können. Sonst alles wie oben.

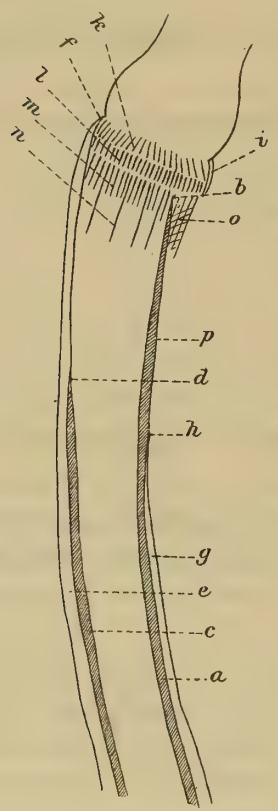
d) Die präparatorische Verkalkungszone (*pV*) ist durchschnittlich 94 μ hoch, im Maximum 105 μ, im Minimum 90 μ. Die in parallelen Säulen stehenden Zellen sind sehr groß, polygonal, hell, mit rundem, hellem, sehr chromatinarmem Kern und ganz hellem, feinwabigem Protoplasma. Die Säulen stehen infolge ihrer Verbreiterung dicht zusammen, die ganz verkalkte, dunkelblaue Grundsubstanz ist auf ein ganz schmales Netz reduziert, in dessen Maschen eben die großen Zellen liegen.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Erstere geht in lebhafter Weise nach regulärem Typus vor sich, indem die Gefäße elektiv in den Zellsäulen vorrücken und die Grundsubstanzsepta zwischen ihnen meist stehen lassen. Rasch rücken Osteoblasten nach, apponieren den Knochenanwurf und die primären Spongiosabälkchen sind fertig. Wir müssen bei der primären Spongiosa zwei deutlich voneinander verschiedene Schichten unterscheiden. Die obere Schicht (pSp_1) besteht aus dicht zusammenliegenden, parallelen, niederen Bälkchen mit zentralem Einschluß eines besonders dunkelblauen, konkav-globulär begrenzten Knorpelgrundsubstanzstückes und beiderseitigem, dünnem Knochenanwurf, während die sehr engen Markräume zwischen den Bälkchen massenhaft Osteoblasten aufweisen, ein sehr enges Gefäß und nur ausnahmsweise einige Markzellen. Am unteren Ende der Bälkchen sieht man in großer Menge und in voller Tätigkeit Osteoklasten, die die Bälkchen kurz halten, aber recht unscheinbar sind, selten mehr als fünf nach Form, Größe und Farbe gar nicht auffallende Kerne enthalten und eigentlich viel mehr durch ihr rein rotes, ganz lockeres, grobwabiges Protoplasma auffallen, das auch nicht sehr reichlich ist. Nebenbei bemerkt, sind solche Osteoklasten in der Schicht der enchondralen Ossifikation zu sehen, wo sie den stehenbleibenden Grundsubstanzsepten anliegen oder sogar in den eröffneten Kapseln sich zeigen. Die untere Schicht der primären Spongiosa besteht aus einigen wenigen, dafür aber viel höheren, tief hinunterhängenden Bälkchen (pSp_2), welche der abbauenden Tätigkeit

der Osteoklasten entgangen sind und wie die kurzen natürlich in der präparatorischen Verkalkungsschicht wurzeln. Diese Schicht ist viel übersichtlicher gebaut, die wenigen Bälkchen haben einen dickeren Knochenanwurf (pSp_2), stehen weiter auseinander und die zwischen ihnen liegenden großen Markräume (*c*) enthalten dasselbe zellige Mark wie die große Markhöhle, deren Fortsetzung sie ja sind. Es resultiert daraus, daß die Höhe der primären Spongiosa sehr verschieden ist, je nachdem, wo wir messen. Sie ist im Durchschnitt 179 μ hoch, maximal 435 μ, minimal 90 μ.

f) Die sekundäre Spongiosa (*sSp*) ist im Durchschnitt 572 μ hoch, im Maximum 600 μ, im Minimum 450 μ. Ihre Bälkchen sind äußerst spärlich, dick, bestehen aus reifem Knochengewebe und stützen sich unten auf die Innenfläche der Corticalis auf.

g) Die Corticalis ist im vorliegenden Falle sehr interessant. Nach genauer Beachtung der rein morphologischen Verhältnisse wird es uns leicht sein, nachzuweisen, daß in den Rippen dieses Falles vor einiger Zeit eine plötzliche allseitige Verdickung des Schaftes in der Art wie im Falle 6 erfolgt war, derzeit aber an der so veränderten Rippe ein anderer Prozeß im Gange ist, nämlich das zum Zwecke der Thoraxvergrößerung nötig gewordene Hinausverlegen des vorderen Rippenendes. An der nebenstehenden Skizze sieht man unten die alte Schaftcorticalis (*a, c*) zu innerst liegen



Skizze 1.

Schema einer Rippe des Falles 7.

a, c = alte Corticalis, bei *b* und *d* endend.

e, g = junge Corticalis, bei *h* und *f* endend.

i = oberes Corticalisende.

k = Knorpelwucherungszone.

l = präparatorische Verkalkungsschicht.

m, n = Spongiosa, diese bei *o* bloßliegend.

und zu äußerst die jüngere periostale Auflagerung (*e, g*), die die Verdickung der Rippe bewerkstelligt. Im Falle 6 sah man, daß die alte Corticalis (auf der pleuralen und pektoralen Seite) an der unteren Grenze der primären Spongiosa plötzlich aufhörte und von da an bloß die äußere, junge Corticalis die Kontinuität des Knochens aufrecht erhielt. Im vorliegenden Falle jedoch sind diese Verhältnisse in folgender Weise modifiziert worden. An der pleuralen Seite endet die junge Corticalis bereits bei *h*, während die alte genau wie bei Fall 6 geradeaus gegen das Spongiosamassiv hinzieht und an der alten Stelle hoch oben endet (*b*). An der pektoralen Seite ist es umgekehrt, hier endet die alte Corticalis schon vorzeitig bei *d* und die junge hält bis zur Ossifikationsgrube hinauf (*f*) die Kontinuität des Knochens aufrecht. Es fehlt also an der pleuralen Seite die junge, an der pektoralen die alte Corticalis am oberen Rippenende und dadurch wird eben erzielt, daß das obere Rippenende in toto nach außen verlegt wird. Dieser Prozeß findet darin seine Fortsetzung, daß bei *p* die pleurale Fläche lakunär abgebaut, die endostale angebaut wird. Bei dem Abbau der jungen Corticalis an der pleuralen Seite entstand wie gewöhnlich bei *o* eine Unterbrechung der Corticalis mit Bloßlegung der primären Spongiosa, während am oberen Rippenende, an der Ossifikationsgrube, noch die Corticalisspitze (*i*) erhalten ist. In manchen Rippen ist durch Ausfüllung der Markräume zwischen den bloßgelegten Spongiosabälkchen unter Mitverwendung der letzteren der Corticalisdefekt wieder geschlossen worden, was man an den hier typischen Knorpeleinschlüssen erkennt (Fig. 7 *d*).

Dieses Verhalten der in der Skizze mit *o* bezeichneten Stelle hat auch darin seinen Grund, daß der Rippenknorpel diesem Hinausverlegen der knöchernen Rippe mit Verspätung folgt, so daß der dort aus dem zu sehr pleuralwärts liegenden Knorpel hervorgehende Teil der Spongiosa in die Corticalis aufgenommen werden muß.

Die alte und junge Corticalis unterscheiden sich in bezug auf den Charakter des Knochengewebes in folgenden Punkten voneinander: Die junge Corticalis ist mehr blauviolett, die alte rotviolett, die Knochenzellen sind in der jungen Corticalis nicht zahlreicher, aber deutlich etwas größer und heller, die Gefäßkanäle zahlreicher und nicht selten mit Osteoid ausgekleidet, das den Gefäßkanälen der alten Corticalis fehlt.

h) Das Periost bietet nichts Besonderes.

i) Das zellige Knochenmark führt vereinzelte Fettzellen, wenig Riesenzellen und ist im oberen Teile stark vaskularisiert.

k) Das Osteoid findet sich mäßig häufig 1. hauptsächlich in der jungen Corticalis und an der Endostfläche der alten, viel seltener an der Spongiosa; 2. wurde es auch am oberen Corticalisende gemessen.

1. 33 Messungen, 4·7 μ Durchschnitt, 10·0 μ Maximum, 1·3 μ Minimum.
2. 6 » 6·3 μ » 7·5 μ » 5·0 μ »

* * *

Fall 8. Schwarzweiße, männliche Ratte, 142 *g* schwer, mit intakten, gelben, durchscheinenden, tadellosen Nagezähnen, am Lande geboren und aufgezogen und dann längere Zeit im Laboratoriumsstall gehalten. 15 Tage vor der Tötung wurde dem Tiere die rechte Fibula frakturiert. Heilung per primam. Bei der Obduktion wog das Tier 142 *g*, die Nagezähne waren nach wie vor tadellos, das Tier war muskelkräftig und gut genährt, es fanden sich keine Zeichen von Rachitis, die Ek. waren sehr klein, der Fibulakallus war etwas, aber nur sehr wenig beweglich.

Histologischer Befund. Das Material wurde 4 Tage in Müller entkalkt.

a) Der verkalkte Rippenknorpel ist dunkelblau, reich an Querrissen, die Grenze der blauen Färbung überall unscharf, der subperichondrale, kalkfreie Streifen auf der pleuralen Seite breiter als auf der pektoralen. Die Zellen groß, hell.

b) Der ruhende Knorpel ist durchschnittlich 210 μ hoch, maximal 270 μ, minimal 150 μ. In der homogenen, gefäßlosen, hellrotvioletten Grundsubstanz liegen axial große, helle Zellen mit rundem, hellem Kern; gegen die seitlichen Ausbuchtungen hin werden die Zellen klein und dunkel.

c) Die Knorpelwucherungsschicht ist durchschnittlich 130 μ hoch, maximal 150 μ, minimal 105 μ und hat die Form einer Kalotte. Die homogene, oben reichliche, unten spärliche Grundsubstanz färbt sich hellblauviolett und enthält zu hohen Säulen aufgetürmte, querspindelige, dunkle, kleine Zellen, die nach unten allmählich größer werden, bevor noch die Grundsubstanz verkalkt. Die Säulen spitzen sich nach oben zu, streben nach oben zusammen und die in ihnen zwischen den Zellen enthaltene Grundsubstanz färbt sich dunkler als zwischen den Säulen. Am Rande der Schicht ziehen in der Grundsubstanz basophile Züge in typischer Richtung.

d) Die präparatorische Verkalkungszone ist durchschnittlich 72 μ hoch, maximal 90 μ, minimal 60 μ. Die Zellen groß, hell, mit großem, rundem, hellem Kern und noch hellerem Protoplasma, von polygonaler Form, stehen in Säulen übereinander, die senkrecht hinunterziehen und so verbreitert sind, daß die überall dunkelblaue, verkalkte Grundsubstanz zwischen den Säulen so schmal ist als zwischen den Zellen in den Säulen.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Die die enchondrale Ossifikation einleitenden Gefäßeinbrüche rücken im Knorpel in einer geraden Linie vor und ein bis zwei erbrochene Kapseln tiefer stellt sich der durch wohlausgebildete Osteoblasten besorgte Knochenanwurf ein. An manchen Stellen aber kommt es nicht zur Knochenapposition, da mit dem vaskulären Aufbruch der Kapseln Riesenzellen auftauchen, welche auch die Grundsubstanzsepta abtragen, und so gibt es an solchen Stellen keine primären Spongiosabälkchen und das zellige Mark der großen Markhöhle reicht bis an den Knorpel heran. Die Riesenzellen, die hier in Betracht kommen, sind bald recht unscheinbar, mit wenigen Kernen und einem wabigen Protoplasma, bald ganz ansehnlich, mit vielen Kernen und reichlichem, sattrotem und homogenem Protoplasma. Mit den Knochenmarksriesenzellen sind diese Riesenzellen nicht zu verwechseln, denn erstere sind rundlich und enthalten im Zentrum des hellroten Protoplasmaleibes einen sehr großen, hellen, regellos gelappten Kern, letztere enthalten in beliebiger Lage multiple und isolierte, untereinander in Form und Größe übereinstimmende Kerne.

Aber nicht überall kommt es zum Abbau der Knorpelgrundsubstanz, meist kommen die Osteoblasten dazu, Knochen zu apponieren, aber diese dicht stehenden, primären Spongiosabälkchen werden meist nicht lang, denn sie werden an ihrem unteren Ende von einer ansehnlichen Menge von Riesenzellen des unscheinbaren Typus abgebaut, kurz gehalten. Endlich gibt es, wenn auch spärlich, Bälkchen, welche diesem Abbau entgehen, darum sehr lang werden, unten mit der sekundären Spongiosa in Kontakt kommen und zwischen sich zelliges Mark führen. Die primäre Spongiosa ist durchschnittlich 92 μ hoch, maximal 180 μ, minimal 45 μ.

f) Die sekundäre Spongiosa ist im Durchschnitt 395 μ hoch, maximal 750 μ, minimal 210 μ. Die Bälkchen sind nicht reichlich, doch leicht auffindbar, sind randständig, tragen oben die primäre Spongiosa und unten stützen sie sich auf die Innenfläche der Corticalis auf, bestehen aus reifem Knochengewebe, sind oben von niederen Osteoblasten eingesäumt, unten fehlen diese.

g) Die Corticalis besteht aus reifem, schichtweise aufgebautem Knochengewebe, ohne daß man verschiedene Alterstypen unterscheiden könnte. Im obersten Anteil enthält sie oft Knorpeleinschlüsse, ist außen lakunär angenagt oder sogar mit Bloßlegung der primären Spongiosa unterbrochen, während selbst dann noch, wie immer, die äußerste Spitze der Corticalis, die bis zur Ossifikationsgrube reicht, erhalten ist.

h) Das Periost ohne Besonderheiten.

i) Das Knochenmark ist ausschließlich zellig, enthält nur mäßig viele Riesenzellen und ist im obersten Abschnitt nur mäßig gefäßreich.

k) Das Osteoid findet sich fast nur an der Innen- und Außenfläche der Corticalis, fehlt an der Spongiosa fast ganz, ist im ganzen als selten zu bezeichnen, denn an 9 Schnitten waren nur 17 Messungen möglich, nach denen das Osteoid im Durchschnitt 3·9 μ dick ist, maximal 6·3 μ, minimal 1·3 μ. Am oberen Schaftende betrug die Dicke des Osteoids nach 6 Messungen 7·5 μ im Durchschnitt, 10·0 μ maximal, 5·0 μ minimal.

* * *

B. Das histologische Bild der normalen Rippe.

Bevor wir zur Besprechung der histologischen Befunde übergehen, wollen wir einen Blick auf das Tiermaterial werfen. Es wurden ausschließlich die zahmen, weißen, einmal eine schwarzweiße Ratte verwendet und von den 8 untersuchten Tieren waren 4 Männchen, 4 Weibchen. Das Körpergewicht der Tiere schwankte zwischen 128 und 225 *g* und daraus können wir schließen, daß die Tiere weder ganz jung noch vollständig ausgewachsen waren; sie befanden sich noch in mäßig lebhaftem Wachstum. Die Erfahrung lehrt nämlich, daß man — gleichmäßig guten Ernährungszustand und vollkommene Gesundheit vorausgesetzt (eine Voraussetzung, die für unser Material nach dem Obduktionsergebnis zutrifft) — aus dem Gewichte der Ratte einen Schluß auf ihr Alter machen kann.

In den 15 Tagen, in denen die Tiere beobachtet wurden, nahm ihr Körpergewicht zum Teil recht erheblich, nämlich um 8 bis 22 *g*, zu. Diese Gewichtszunahme ist nicht allein auf das Skelettwachstum, sondern zum Teil auf die Zunahme von Weichteilen, Muskulatur und Fettgewebe zurückzuführen. Zu dieser Annahme berechtigt erstens die Tatsache, daß die schwersten, also ältesten Tiere 1, 5 und 7 die größte, die leichteren, also jüngeren Tiere 2, 3, 4 und 6, die geringste Gewichtszunahme aufzuweisen haben; zweitens die Erfahrung, daß das Skelettwachstum mit zunehmendem Alter sich verlangsamt, während die Muskulatur und das Fettgewebe bei der Obduktion älterer Ratten verhältnismäßig viel reichlicher vorgefunden wird als bei der jüngerer Tiere. Daß aber die Gewichtszunahme zum Teil auch auf das Skelettwachstum zurückzuführen ist, das werden wir aus der bei allen Tieren noch lebhaften enchondralen Ossifikation ersehen können, von der im histologischen Befund die Rede sein soll. Das Tier 8 bildet in bezug auf das Körpergewicht insofern eine Ausnahme, als bei ihm die Gewichtszunahme ausblieb, was vielleicht auf die sofort zu erwähnende andere Vorgeschichte des Tieres zurückzuführen ist.

Bei der Obduktion erwiesen sich sämtliche Tiere als muskelkräftig und gut genährt. Von pathologischen Veränderungen fanden sich nur bei Tier 1 kleine pneumonische Herde in allen Lungenlappen, eine im Aussehen und Verlauf von der Pneumonie des Menschen ganz abweichende Krankheit, die sich

bei der Ratte außerordentlich oft findet und bei dem leichten Grade, wie im vorliegenden Falle, von keiner besonderen Bedeutung ist, wie ja schon die ansehnliche Gewichtszunahme des Tieres anzeigt.

Von rachitischen Skelettveränderungen konnte bei der Obduktion in keinem der Fälle auch nur die geringste Spur gefunden werden und schon in vivo war die Abwesenheit von Rachitis an den Nagezähnen zu konstatieren. Bei der normalen Ratte sind nämlich die Nagezähne stets intakt, gelb und durchscheinend und so war es auch in allen unseren 8 Fällen. Die wichtigste unter diesen Eigenschaften ist die durchscheinende Beschaffenheit, welche bei Eintritt der Rachitis, wie wir an entsprechender Stelle hören werden, einer opaken Platz macht. Die Kenntnis dieser Tatsache, die sich auf langdauernde Beobachtung stützt, war für den Fortgang der Arbeit insofern von großer Bedeutung, als sie schon in vivo die Unterscheidung zwischen ganz normalen und rachitischen Ratten ermöglichte und so bei der Wahl der Versuchstiere unentbehrlich geworden war. Im Abschnitt über die rachitischen Zahnveränderungen werden wir des näheren auf die Ursachen eingehen, die zum Opakwerden der Nagezähne führen.

Ein sehr wichtiger Punkt war die Herkunft der Tiere. Sämtliche Tiere wurden auf dem Lande geboren und aufgezogen, die Tiere 1 bis 7 in Erlaa bei Wien, wo sie von einer Gutsverwaltung zu Handelszwecken gezüchtet werden, das Tier 8 in Atzgersdorf bei Wien, wo es bei einem Tierzüchter aufwuchs. Während die Tiere 1 bis 7 sehr bald nach Einstellung im Laboratoriumsstall zu den Versuchen verwendet wurden, weilte das Tier 8 längere Zeit, nachdem es vom Lande herein gebracht worden war, in unserem Laboratoriumsstalle, bevor es in die Versuchsreihe aufgenommen wurde. Wir werden später hören, daß sämtliche Rachitistiere ganz anderer Herkunft waren, was auf die Ätiologie der Rachitis ein gewisses Licht wirft.

* * *

a) Rippen in der Wachstumsperiode.

Über den verkalkten Rippenknorpel (*vK* der Fig. 1, 2, 4 bis 7) ist nicht viel zu sagen. Seine Zellen sind stets groß und hell (Fig. 5), haben einen kleinen, dunklen, pyknotischen Kern und ein helles Protoplasma, an dem man selten eine fädige Schrumpfung bemerken kann. Die Zellen liegen meist locker in der dunkelblauen verkalkten Grundsubstanz, welche in jedem Falle von zahlreichen queren Rissen durchsetzt ist (Fig. 2, 7). Diese Risse muten beim ersten Blick wie durch die Fixation entstandene Kunstprodukte an, sind aber doch vielleicht vitaler Natur. Die dunkelblaue Farbe der Grundsubstanz verliert sich gegen das Perichondrium zu stets, gegen den ruhenden Knorpel fast immer unscharf und manchmal ist die zwischen verkalktem Knorpel und Perichondrium liegende Schicht kalklosen Knorpels auf der pektoralen Seite schmäler als auf der pleuralen. In einem Falle (5) bildet die Längsachse des verkalkten Rippenknorpels mit der der knöchernen Rippe einen auffallend kleineren Winkel, als dies sonst der Fall zu sein pflegt.

* * *

Der ruhende Knorpel wird von Kossowitz allseits wachsender Knorpel genannt, was genau genommen auch sicher richtiger ist als die jetzt gebräuchliche Bezeichung, die die Nichtbeteiligung dieser Knorpelschicht an der Knorpelwucherung zum Ausdruck bringt. Der ruhende Knorpel (Fig. 1 bis 8, *rK*) zeigt in verschiedenen Rippen desselben Falles, aber auch in verschiedenen Fällen nur mäßige Unterschiede in seiner Höhe. Ersteres ist daran zu erkennen, daß im Einzelfalle der Durchschnitt, das Maximum und Minimum untereinander nur mäßig verschieden sind, letzteres daran, daß die Durchschittshöhen der verschiedenen Fälle nicht allzu different sind (Diagramm I, Tafel IX). Die geringste Durchschnittshöhe betrug (Fall 7) 210 μ, die höchste (Fall 5) 300 μ.

Gegen die knöcherne Rippe zu wird die Schicht stets breiter, was einmal weniger (Fig. 4), ein andermal stärker betont ist (Fig. 7). Dadurch, daß die Rippe am unteren Rande des ruhenden Knorpels eine

zirkuläre Einschnürung, die Ranvier'sche Ossifikationsgrube, aufweist (Fig. 5 *c*), ist der ruhende Knorpel an seiner unteren Grenze seitlich ausgebaucht (Fig. 2, 4 bis 8) und diese Ausbauchung ist zuweilen auf der pektoralen Seite stärker ausgeprägt als auf der pleuralen (Fall 1 und 5), im allgemeinen jedoch nur mäßig entwickelt.

Die Grundsubstanz ist stets reichlich, homogen, ausnahmslos hellrotviolett gefärbt und gefäßlos. Die Zellen sind im axialen Teile der Schicht stets groß und hell, haben einen großen, hellen, runden Kern, ein reichliches helles, ausnahmsweise dunkelblaues Protoplasma und liegen oft in Gruppen zu 2 bis 4, im ganzen locker (*r K*, Fig. 1 bis 8). Marginal jedoch, gegen die seitlichen Ausbuchtungen hin, werden sie konstant kleiner, dunkel und liegen dichter (*a*, Fig. 4 bis 8).

* * *

Die Knorpelwucherungsschicht oder Proliferationszone, wie sie auch genannt wird (*K W*, Fig. 1 bis 8), ist im ganzen niederer als der ruhende Knorpel, durchschnittlich fast nur halb so hoch. Es zeigt sich, daß die Höhe im Einzelfall sehr wenig variiert, denn der Unterschied zwischen Durchschnitt, Maximum und Minimum ist in der Regel sehr gering und ebenso gering ist die durchschnittliche Höhe in den verschiedenen Fällen, denn (Diagramm II, Tafel IX) die geringste Zahl beträgt 130 μ (Fall 8), die höchste bloß 177 μ (Fall 7).

Die Gesamtform dieser Schicht ist bald die einer flachen Linse, bald einer Kalotte, mit der planen Fläche nach unten, der konvexen nach oben. Die Figg. 4 und 5 zeigen die flach-kappenförmige Form sehr gut. Ausnahmsweise weist die Schicht in toto eine leichte Verbiegung auf, die einmal ganz ausgesprochen (Fig. 6), ein andermal nur angedeutet ist (Fig. 4). Einmal (Fall 1) war die Schicht in toto wie pleurawärts verschoben.

Die Grundsubstanz ist homogen, gefäßlos, stets hellblauviolett gefärbt, im ganzen reichlich, aber gegen die präparatorische Verkalkungsschicht spärlicher werdend, weil, wie wir sofort hören werden, die Zellsäulen in der gleichen Richtung an Breite zunehmen. Infolge der differenten Färbung läßt sich die Grenze gegen den ruhenden Knorpel meist recht gut, wenn auch nie haarscharf bestimmen (Fig. 5). In den Zellsäulen zwischen den Zellen färbt sich die Grundsubstanz konstant deutlich dunkler als in den Grundsubstanzpfeilern zwischen den Säulen. In drei Fällen (6, 7, 8) fanden sich marginal in der Grundsubstanz basophile, ungefähr parallele, spärliche Züge, die durch die Zellsäulen durchziehend schief von außen nach innen verliefen, so zwar, daß im Schnitte die der einen und die der anderen Seite gegen die große Markhöhle zu konvergieren. Solche Züge pflegen meist nur bei jüngeren Tieren vorzukommen. Diese die Knorpelreihen verbindenden Liniensysteme und Netze fand Kassowitz namentlich bei jüngeren menschlichen Embryonen und da von diesen Linien niemals punktförmige Querschnitte vorkommen, faßt er sie als Schnittbilder flächenhafter, fibrillenloser Zwischensubstanzlager auf und nennt sie daher »interfascikuläre Spaltlinien«.

Im Gegensatz zur Knorpelwucherungsschicht des Menschen ist die der Ratte in der Rippe gefäßlos, also frei von den Knorpelmarkkanälen, die vom Perichondrium herstammen und nach Kassowitz die wichtige Aufgabe haben, die Ernährung des hier üppig wuchernden Knorpels zu besorgen. Nach Kassowitz treten die Knorpelmarkkanäle auch beim Menschen erst dann auf, wenn die Knorpelmasse zu groß geworden ist, um allein vom Perichondrium bis ins Zentrum hinein ernährt werden zu können. Dies wird auch der Grund sein, warum die Rippe der Ratte, in der die Masse der Knorpelwucherungszone absolut genommen sehr klein ist, zeitlebens keine Knorpelmarkkanäle besitzt.

Die Zellen sind ganz klein, dunkel, spindelig (Fig. 3, *KW*), haben einen kleinen dunklen Kern, ein spärliches, dunkles Protoplasma und werden gegen die präparatorische Verkalkungsschicht, bevor sich noch die Verkalkung der Grundsubstanz einstellt, meist langsam, selten plötzlich größer, heller und rund (Fig. 8 *B*). Die Zellen liegen quer zur Rippenachse, dicht zusammengepreßt und übereinandergetürmt, so

daß hohe, gut ausgeprägte Zellsäulen entstehen. Eine Säule enthält der Breite nach oft mehr als eine Zelle und 2 bis 3 Zellsäulen liegen ferner oft ganz dicht beisammen (Fig. 3, 8). Die Säulen spitzen sich gegen den ruhenden Knorpel zu, konvergieren, wie das Kassowitz schon beim Menschen beschreibt, in der gleichen Richtung sehr deutlich, so daß die axialen Zellsäulen etwa parallel der Rippenachse stehen, die marginalen sich allmählich der Querschnittebene nähern (Fig. 2 bis 8). Da die Zellsäulen gegen die Verkalkungsschicht zu breiter werden, so werden die zwischen ihnen liegenden Grundsubstanzpfeiler in der gleichen Richtung schmäler, aber selbst da sind sie noch breiter als die Grundsubstanzsepta zwischen den Zellen in den Säulen, wie dies schon Kassowitz für den Menschen beschrieben hat.

* * *

Die präparatorische Verkalkungsschicht ist von allen die niedrigste, nur etwa halb so hoch wie die Knorpelwucherungsschicht. Im Einzelfalle variiert die Schichthöhe wenig, denn die Unterschiede zwischen Durchschnitt, Maximum und Minimum sind mit Ausnahme des Falles 1 ganz gering. Hingegen ist die durchschnittliche Schichthöhe in den verschiedenen Fällen recht verschieden (Diagramm III, Tafel IX), denn sie beträgt im Falle 4 bloß 56 μ, im Falle 3 hingegen 105 μ, also fast das Doppelte. Die Kenntnis der normalen Schichthöhe und ihrer Variationsbreite ist zur Beurteilung pathologischer Fälle unerläßlich.

Die Zellen dieser Schicht sind, wenn auch in verschiedenen Fällen etwas variierend, stark vergrößert, oft wie gequollen, hell und sich polygonal abplattend (*pV*, Fig. 3). Einmal (Fall 6) waren sie marginal etwas kleiner und weniger hell als an anderen Stellen. Der Kern der Zellen ist stets groß, rund, hell (*pV*, Fig. 3), mit feiner, spärlicher Chromatinzeichnung, die auch ganz fehlen kann, so daß bloß der Kernrand tingiert ist. Das Protoplasma ist reichlich, noch blässer bläulich gefärbt, oft deutlich feinwabig. Die Zellen stehen noch immer in Säulen, nur 2 bis 4 (einmal 4 bis 7) übereinander. Die Säulen sind infolge der Zellenvergrößerung verbreitert, dichter aneinandergepreßt und stehen entweder alle oder nur die axialen parallel zur Rippenachse (Fig. 4, *pV*), während die marginalen gegen die große Markhöhle hin sogar konvergieren (Fig. 2, 3, 7), was Kassowitz als ein Zusammenstreben gegen sein »Wachstumszentrum« auffaßt. Es ergibt sich daraus, daß axial die Zellsäulen der Knorpelwucherungs- und präparatorischen Verkalkungszone in gerader Linie ineinander übergehen, während marginal die Säulen an der Grenze beider Schichten bald mehr bald weniger stark abgeknickt sind (Fig. 3, 7).

Die Grundsubstanz ist infolge der Vergrößerung der Zellen und des engeren Beisammenliegens der Säulen an Menge reduziert, so daß die Pfeiler zwischen den Säulen nicht breiter sind als die Septa zwischen den Zellen in den Säulen. Es bildet darum die Grundsubstanz ein zartes, weitmaschiges Netz mit je einer Zelle in jeder Masche und die Säulenanordnung der Zellen ist, wenn auch noch zu sehen, so doch weniger stark betont als in der Knorpelwucherungsschicht. Wenn, wie zum Beispiel im Falle 6, marginal, also nahe dem Perichondrium, die Zellen kleiner, die Grundsubstanz reichlicher ist, so ist der Grund dafür statischer Natur. Wie wir noch oft hören werden, sind die marginalen Partien der Rippe beiweitem stärker statisch in Anspruch genommen und darum ist hier die Grundsubstanz, die allein im Knorpel von mechanischer Festigkeit ist, auf Kosten der Zellen reichlicher entwickelt.

Die Grundsubstanz ist in der Regel gleichmäßig verkalkt, dunkel, fast schwarzblau und diese Farbe verliert sich nach der Knorpelwucherungszone zu, also da, wo die Verkalkung einsetzt, ganz allmählich. Eine scharfe Kalkgrenze ist bei der Ratte absolut nicht zu sehen und bei der angewandten Müller-Entkalkung auch keine krümelige obere Kalkgrenze, wie sie beim Menschen von H. Müller, Kassowitz und Pommer beschrieben wird; nur soviel ist klar, daß an der oberen Schichtgrenze 1 bis 2 Lagen bereits deutlich heller und größer gewordener Zellen noch in unverkalkter Grundsubstanz liegen (Fig. 3, *f*), da die Zellvergrößerung vor der Verkalkung eintritt. Im Falle 3 war ferner zu sehen, daß die Verkalkung zuerst die Knorpelkapseln betraf und die Grundsubstanzsepta zwischen den Zellen in den Säulen schon ganz schwarzblau waren, während die Grundsubstanzpfeiler zwischen den Zellsäulen in der

Mitte ihrer Dicke noch kalklos waren. In diesem Falle waren die Grundsubstanzpfeiler erst dort ganz gleichmäßig verkalkt, wo sie schon als zentraler Einschluß in den primären Spongiosabälkchen lagen. Auch Kassowitz und Pommer sprechen beim Menschen davon, daß in den Grundsubstanzpfeilern zuerst die Peripherie oder, was eigentlich dasselbe ist, zuerst die Umgebung der Knorpelzellen verkalkt.

Hier muß ein sehr wichtiger Unterschied im Knochenbild des Menschen und der Ratte hervorgehoben werden. Beim normalen Menschen werden in dem sogenannten einseitig wachsenden Knorpel drei Schichten unterschieden: Zu oberst die Proliferationsschicht, die identisch ist mit dem, was wir bei der Ratte Knorpelwucherungsschicht nennen, zu unterst die präparatorische Verkalkungsschicht, die bei Mensch und Ratte gleichwertig ist, und zwischen beiden findet sich beim Menschen noch eine, schon unter normalen Umständen recht hohe »Säulenzone« mit schon sehr großen Knorpelzellen und stark reduzierter, aber kalkloser Grundsubstanz. Von einer solchen Säulenzone nun kann man bei der normalen Ratte eigentlich kaum reden. Wohl sind bei der Ratte, wie erwähnt, zwischen die kalklose kleinzellige Knorpelwucherungszone und die kalkhaltige großzellige präparatorische Verkalkungszone 1 bis 2 Lagen von Knorpelzellen als Übergang eingeschoben, die schon deutlich größer, wenn auch nicht maximal groß sind und noch in kalkloser Grundsubstanz liegen. Aber von einer eigentlichen Schicht, die etwa der menschlichen Säulenzone gleichzustellen wäre, ist keine Rede, denn sowie die Zelle die maximale Größe erreicht hat, verkalkt auch schon die Grundsubstanz. Das Auftreten einer der menschlichen Säulenzone gleichen Schicht von Zellen, die ihre volle Größe erreicht haben und trotzdem noch in kalkloser Grundsubstanz liegen, kann man bei der Ratte bereits als ein sicheres Zeichen von Rachitis bezeichnen.

Dies Beispiel zeigt, wie unerläßlich es ist, beim Tier zuerst die normalen Verhältnisse kennen zu lernen, bevor man darangeht, pathologische Befunde zu deuten.

Daß die Knorpelgrundsubstanz knapp vor dem Abbau des Knorpels verkalkt, hat folgenden Sinn: Bei diesem Abbau werden meist alle Knorpelzellen nach Aufbrechen der Kapsel, aber auch sehr viel Grundsubstanz zerstört, abgetragen, es wird der Knorpel durch die eindringenden Blutgefäße förmlich zernagt, und wenn dieser reduzierte Knorpel trotzdem seine Aufgabe erfüllen, i (Rippe vor der Kontinuitätstrennung oder der Epiphynlösung bewahren soll, so muß er an Festigkeit durch vorausgehende Verkalkung gewinnen. Auch können wir verstehen, warum der vaskuläre Knorpelabbau entlang der Zellsäulen und nicht entlang der Grundsubstanz zwischen diesen vor sich geht. Der Knorpel ist ja schon selbst nach statischen Prinzipien gebaut, wobei die Grundsubstanz der tragfähige, die weiche Zelle der dazu untaugliche Gewebsbetandsteil ist. Wenn aber der Knorpel partiell abgebaut und dabei seine Tragfähigkeit so wenig als möglich reduziert werden soll, so ist es klar, daß vor allem die Zellen dem Abbau verfallen werden. Die Verkalkung hat die Aufgabe, die statische Sicherheit der Knorpelschicht für die Zeit ihres vaskulären Abbaues zu garantieren. So sagt Heubner, ohne präparatorische Verkalkungszone wäre das Vorwärtsschreiten der Knochenbildung nicht möglich, und Schmorl läßt sie maßgebend sein für die regelrechte Vaskularisation und Einschmelzung des Knorpels.

Wenn die präparatorische Verkalkungsschicht beim immer vor sich gehenden Ossifikationsprozeß eine gewisse konstante Höhe behält, so kann das nur darauf beruhen, daß zwischen ihrem Anbau durch die Knorpelwucherungsschicht und der Verkalkung, die sich beide an der oberen Schichtgrenze abspielen, einerseits und dem vaskulären Abbau, der an der unteren Schichtgrenze durch die Markgefäße besorgt wird, andrerseits eine gewisse Harmonie besteht. Bei der Rachitis, wie wir hören werden, ist diese Harmonie durch einen Stillstand des vaskulären Abbaues gestört, denn die Knorpelverkalkung bleibt aus und der reguläre vaskuläre Abbau hat die Knorpelverkalkung zur Vorbedingung. Wir führen dieses Verhalten darum hier schon an, weil wir erst an dem pathologischen Objekt zur Erkenntnis der Tatsache kommen, daß die dem vaskulären Abbau vorangehende Knorpelverkalkung diesen überhaupt erst ermöglicht.

Daß die Knorpelgrundsubstanz eine funktionelle Architektonik verrät, hat Schaffer, unser bester Kenner des Knorpelgewebes, am permanenten Knorpel der auf Biegung beanspruchten

Kiemenstäbe von Ammocoetes als erster erkannt. Von den Knorpelgrundsubstanzpfeilern der Säugerepiphyse meinte Rud. Schmidt, daß sie die späteren Spannungsrichtungen der Knochenspongiosa bedeuten, was Friedländer mit Recht in Abrede stellt. Neuerdings fand aber Romeis (Mollier) in der Tibia und dem Calcaneus des Kaninchenembryo eine charakteristische Architektur des Knorpels, dessen Grundsubstanzpfeiler, als belastet, nicht abgebaut werden und als »Gußvorlagen« der (primären) Knochenspongiosa dienen. In diesem Sinne ist die Knorpelarchitektur eine Vorstufe der Knochenarchitektur (und zwar der primären Spongiosa), von der die der späteren (sekundären) Spongiosa abweicht. Während aber Romeis diese Knorpelarchitektur mit Wahrscheinlichkeit zum großen Teil von der mechanischen Beanspruchung bedingt sein läßt, erklärt Schaffer diese Knorpelarchitektur aus Wachstumsverhältnissen heraus im Sinne der »Wachstumsarchitektur« von Kassowitz. Gebhart endlich meint, der Epiphysenknorpel beim Säuger sei ins Diaphysenrohr eingekeilt, »ähnlich wie ein Faßspund ins Spundloch«, wobei in der Höhe der Ranvier'schen Ossifikationsgrube »Querschnürung« zustandekomme, die die Pfeileranordnung der Knorpelgrundsubstanz in dieser Schicht erklärt.

* * *

Die enchondrale Ossifikation und die primäre Spongiosa. In allen untersuchten Fällen ging die enchondrale Ossifikation in lebhafter Weise und nach dem von H. Müller 1858 beschriebenen Typus vor sich. Sehr zahlreiche Markgefäße rücken, etwa in gerader Linie, im Knorpel vor, und zwar elektiv in den Zellsäulen, Kapsel um Kapsel aufbrechend, wobei natürlich die Septa zwischen je zwei übereinanderliegenden Zellen durchbrochen werden, die Knorpelzellen zugrunde gehen und der Kapselraum mit Blut angefüllt wird, ohne daß es möglich wäre, an dieser Stelle etwas von der Endothelwand der Kapillare zu sehen.

Die schmalen Pfeiler verkalkter Grundsubstanz zwischen den Zellsäulen aber bleiben in der Regel zum größten Teile erhalten und haben konkav buchtige Begrenzungslinien. Nur ein geringer Teil der Pfeiler wird für gewöhnlich mitentfernt, doch kommt auch hie und da ein Fall unter (4), wo ein großer Teil der Pfeiler weggeschafft wird, bevor sich noch der Knochenanwurf einstellt.

Im Falle 7 und 8 war Gelegenheit gegeben, zu beobachten, daß der Abbau der Pfeiler durch Riesenzellen erfolgen kann, die von zweierlei Art waren. Bald sind es unscheinbare Elemente mit einigen wenigen Kernen und einem wabigen hellroten Protoplasma, bald Zellen von ansehnlicher Größe mit vielen Kernen und einem reichlichen, homogenen, sattroten Protoplasma. Mit den Knochenmarksriesenzellen sind die eben beschriebenen nicht leicht zu verwechseln, denn die Knochenmarksriesenzellen haben einen zentral im runden, hellroten Protoplasmaleib liegenden, sehr großen, ganz unregelmäßigen, gelappten Kern. Schon Steudener sah im Menschenfötus beim Abbau des ersten Kalkkerns im Knorpel neben Gefäßen auch Riesenzellen mit dem Abbau beschäftigt.

Wir haben also gesehen, daß die verkalkten Grundsubstanzpfeiler in der Regel in geringer, ausnahmsweise in größerer Zahl abgetragen werden, noch bevor sie den Knochenanwurf erhalten; es findet also unter ihnen eine Auslese statt, sie werden sozusagen »vereinzelt« und dies kann durch Riesenzellen besorgt werden.

Die stehengebliebenen verkalkten Grundsubstanzpfeiler behalten natürlich dieselbe Stellung bei, wie sie sie im Knorpel vor dem Kapselaufbruch hatten, d. h. sie stehen ungefähr parallel zur Rippenachse und in manchen Rippen divergieren die marginalen sogar gegen die präparatorische Verkalkungszone hin. Soweit der Knorpelabbau.

Der Invasion des Gefäßes in den Kapselraum folgt sozusagen auf dem Fuße eine große Menge prächtig entwickelter Osteoblasten, die auf die Seitenflächen der stehengebliebenen verkalkten Grundsubstanzpfeiler einen Knochenanwurf apponieren. Dieser ist, von der obersten aufgebrochenen Zelle gerechnet, frühestens in der zweiten, spätestens in der vierten Kapselbucht zu konstatieren, ist erst äußerst dünn, nimmt gegen die große Markhöhle hin an Dicke zu und füllt die konkaven Buchten des

Knorpels mit entsprechend eingepaßten konvexen Füllmassen, den Globuli ossei, aus. Im allgemeinen bleibt der Knochenanwurf dünn, nur wenn die Knorpelpfeiler durch das Vereinzeln weiter auseinanderstehen (Fall 4), kann der Knochenanwurf dicker werden.

Die buchtige Grenze zwischen Knochen und Knorpel im Spongiosabälkchen ist vom statischen Gesichtspunkt eine höchst zweckmäßige Einrichtung, die eine möglichst sichere Vereinigung zwischen der knorpeligen Epiphyse und der knöchernen Diaphyse garantiert. Diese Vereinigung erfolgt nämlich in den obersten Spongiosabälkchen derart, daß der verkalkte Knorpel wurzelförmige Fortsätze entsendet, die von der Diaphyse her in Knochen gefaßt werden. Eine wirkliche organische Verschmelzung zwischen Knochen- und Knorpelgewebe erfolgt hierbei natürlich nicht, um aber trotzdem die Verbindung möglichst fest zu machen, ist die Grenze zwischen beiden Geweben buchtig-zackig. Dies wird dadurch erzielt, daß beim vaskulären Abbau die stehengelassenen kalkhaltigen Knorpelgrundsubstanzpfeiler nicht etwa geglättet werden, sondern ihre buchtige, von den Knorpelkapseln herrührende Begrenzung beibehalten wird.

Soll aber neuer Knochen auf altem apponiert werden, so ist selbst dann eine Gewebsverschmelzung nicht möglich und das Ziel einer möglichst innigen Vereinigung wird wieder nach demselben Prinzip möglichst unebener Berührungsflächen erreicht. Nur daß hier in Ermanglung präexistenter Unebenheiten Osteoklasten den alten Knochen anrauhen, indem sie Lacunen ausheben, in die hinein der neue Knochen apponiert wird.

* * *

Aus diesem dem Knorpelabbau folgenden Knochenanbau resultiert die primäre Spongiosa (*p Sp*, Fig. 2 bis 7), die folgende Eigenschaften besitzt. Sie bildet stets eine wohl ausgeprägte Schicht, die niemals fehlt und im Gegensatz zu den bisher besprochenen drei Schichten, in ein und demselben Fall und ein und derselben Rippe von sehr verschiedener Höhe ist, so daß diese in ihren den Durchschnitt, das Maximum und Minimum anzeigenden Zahlen große Unterschiede aufweist. Die Ursache dieser bedeutenden Unterschiede wird sofort zur Sprache kommen. Ferner ersehen wir aus dem Diagramm IV, Tafel IX, daß die durchschnittliche Höhe der Schicht in den verschiedenen Fällen so stark differiert, wie in keiner der bisherigen Schichten; so ist im Falle 8 die Schicht durchschnittlich 92 μ, im Falle 3 aber 321 μ hoch, also mehr als dreimal höher.

Die Bälkchen der primären Spongiosa (*p Sp*, Fig. 2 bis 7) stehen in der Regel dicht nebeneinander, sind sehr zahlreich und schmal, enthalten stets in ihrem Zentrum den schwarzblau gefärbten, stets homogen verkalkten Knorpeleinschluß und stehen zueinander und zur Rippenachse mehr oder minder parallel, nur die marginalen divergieren manchmal gegen den verkalkten Knorpel hin. In ihrer Form und Stellung sind also die Bälkchen der primären Spongiosa schon durch die Grundsubstanzpfeiler des verkalkten Knorpels bedingt und vorher bestimmt, deren Stellung bereits statischen Bedürfnissen entspricht, wobei aber der verkalkte Knorpel und die primäre Spongiosa vergängliche Einrichtungen sind.

Im Falle 4, wo die Knorpelpfeiler nur zum geringen Teile stehengeblieben sind, sind auch die primären Spongiosabalken spärlich, stehen nicht so dicht zusammen, ihr Knochenanwurf ist dicker und damit gewinnt diese Schicht sehr an Übersichtlichkeit, im Gegensatz zum dichten Bau der primären Spongiosa in den anderen normalen Fällen. Nach Roux's Meinung rührt der besonders dichte Bau der obersten Spongiosateile daher, daß sie als »Aufnahmeschicht« funktionieren, d. h. als erste den Druck vom Knorpel aufnehmen.

Der dichten Stellung der Balken entsprechend, sind die Zwischenräume zwischen diesen so eng, daß hier außer einem engen, zentral liegenden Gefäß nur noch die Osteoblasten Platz haben, die sehr zahlreich, voll entwickelt sind, einen rundlichen hellen Fleck im Protoplasma aufweisen und das Gefäß ringsherum umlagern oder eigentlich das Knochenbälkchen umsäumen. Ist aber nur etwas mehr Platz

vorhanden, dann treten auch schon Markzellen auf, die dann konstant zwischen Gefäß und Osteoblastenreihe liegen. Solche breitere, auch zelliges Mark führende Markräume der primären Spongiosa finden sich nur dort, wo die Bälkchen weiter auseinanderstehen, und dies ist unter folgenden Umständen der Fall.

Die primären Spongiosabälkchen sind sehr verschieden hoch, und zwar deshalb, weil viele, oft die meisten von ihnen, an dem zur großen Markhöhle gekehrten Ende sehr bald abgebaut und auf diese Weise kurz gehalten werden. Wenige Bälkchen jedoch entgehen diesem Abbau lange Zeit, werden daher sehr hoch und ragen weit über die Grenze aller anderen gegen die große Markhöhle zu vor, wo sie mit der sekundären Spongiosa in Fühlung treten. Darum hat die primäre Spongiosa manchmal zwei ausgesprochene Schichten, eine gegen den verkalkten Knorpel zu, aus dichtstehenden, niederen Bälkchen bestehende (Fig. 6, 7, $p\,Sp_1$), und eine gegen die große Markhöhle zu, die aus wenigen, sehr hohen, weit auseinanderstehenden Balken besteht (Fig. 6, 7. pSp_2), zwischen denen weite, viel zelliges Mark führende Markräume liegen (Fig. 6 *b*, Fig. 7 *c*). Diese stellen nichts anderes dar, als eben eine kontinuierliche Fortsetzung der großen Markhöhle. Jetzt erst verstehen wir, warum die Höhe der primären Spongiosa in ein und derselben Rippe so sehr verschieden sein kann. Sie hängt eben davon ab, ob wir den Maßstab an die hohen oder niederen Balken legen. Wir sehen also, daß auch an den fertigen Bälkchen eine Auslese stattfindet, indem die statisch überflüssig gewordenen kurz gehalten werden, während die wenigen statisch wichtigen noch lange Zeit bestehen bleiben.

Dieser Prozeß der Auslese vollzieht sich auf dem Wege lakunärer Resorption an dem der großen Markhöhle zugewendeten Bälkchenende, wobei der zentrale Knorpeleinschluß bloßgelegt wird. Die Riesenzellen, die den Abbau besorgen, sind einmal in großer Zahl an der Arbeit zu sehen, sie sind aber so unscheinbar, daß man sie ein andermal nicht ohne weiteres ausnimmt, wiewohl die Resorption ebenso lebhaft vor sich gehen muß wie die Ossifikation, wenn die primäre Spongiosa die normale Höhe nicht überschreiten soll. Diese Osteoklasten enthalten selten mehr als 5 Kerne von unauffälliger Größe, Form und Farbe und ein spärliches, rotes, ganz lockeres, selbst großwabiges Protoplasma. Schon Pommer erwähnt, daß ein Osteoklast ganz klein und sogar einkernig sein kann. Die stets deutlich eosinophile, also acidophile Eigenschaft des Protoplasmas der Osteoklasten steht in einem deutlichen Gegensatz zu der von Askanazy beschriebenen basophilen Natur des Protoplasmas der Osteoblasten, was namentlich vom Standpunkt auch des Gegensatzes ihrer physiologischen Funktion interessant ist.

* * *

Die sekundäre Spongiosa (*s Sp*, Fig. 1 bis 7) unterscheidet sich in allen ihren Eigenschaften von der primären. Die Bälkchen, aus denen sie besteht, sind bei weitem viel spärlicher (Fig. 4, *s Sp*), ja in der Regel so spärlich, daß sie in vielen Schnitten ganz fehlen; sie können aber auch überhaupt nur in vereinzelten Exemplaren vorliegen, so daß man Mühe hat, sie überhaupt aufzufinden (Fig. 6, 7, *s Sp*). Unsere Figuren, namentlich Fig. 5, geben insofern nicht das richtige Bild wider, als zu ihrer Herstellung besonders solche Schnitte ausgesucht wurden, die möglichst viel sekundäre Spongiosabälkchen enthalten. Die Vereinfachung der Spongiosastruktur kleiner Tiere führt Gebhardt darauf zurück, daß die Bauelemente derselben nicht unter ein gewisses Maß sinken können.

Wenn im folgenden von der Höhe dieser »Schicht« die Rede ist, so ist das eigentlich als die Höhe jenes Gebietes zu verstehen, innerhalb dessen sekundäre Spongiosabälkchen vorkommen. Von einer eigentlichen Schicht kann man aber infolge der Spärlichkeit der Bälkchen nicht reden. Das Diagramm V, Tafel IX zeigt uns vorerst, daß die sekundäre Spongiosa eine größere Höhe aufweist als irgendeine andere Schicht und daß die durchschnittliche Höhe in den verschiedenen Fällen in weiten Grenzen schwankt, da sie im Falle 6 nur 318 μ, im Falle 5 aber 990 μ, also mehr als das Dreifache, beträgt. Im Einzelfall kann die Höhe bald wenig (3, 7), bald bedeutender variieren (8), meist aber ist dies nur in mäßigem Grade der Fall.

Die Balken der sekundären Spongiosa sind ferner viel dicker als die der primären und infolge ihrer geringen Zahl liegen sie weit auseinander, so daß die Markräume viel breiter sind als die Balken und stets dasselbe zellige Mark führen wie die große Markhöhle, deren Fortsetzung sie eigentlich darstellen. Sind aber die Balken sehr spärlich, so umgrenzen sie eigentlich nicht Markräume und man kann dann dieses Verhalten besser so auffassen, daß sie selbst im Knochenmark liegen. Daß die Markräume mit der Entfernung vom Knorpel größer werden, faßt Roux vom mechanischen Standpunkt so auf, daß er sagt, auf diese Weise werde die auf eine Fläche gleichmäßig verteilte Beanspruchung allmählich auf immer weiter auseinanderstehende Bälkchen »gesammelt« oder, was dasselbe ist, in »Teilbeanspruchungen« zerlegt.

Die sekundären Spongiosabalken bestehen stets aus reifem, gut verkalktem Knochengewebe, in dem zuweilen sogar Kittlinien nachgewiesen werden können, und sie sind, namentlich gegen die primäre Spongiosa zu, oft von Osteoblasten eingesäumt, die aber bereits kleiner, niederer sind als an den primären Spongiosabälkchen und die gegen die Markhöhle zu überhaupt fehlen.

Auch die Verlaufsrichtung der sekundären Spongiosabälkchen ist ganz anders als die der primären. Niemals stehen sie parallel zueinander und zur Rippenachse, sondern sie zeigen in klarster Weise Stützstruktur, indem ihr oberes Ende einzelne primäre Spongiosabalken trägt, ihr unteres Ende sich auf die Innenfläche der Corticalis aufstützt, und darum ziehen die Balken gewöhnlich von der primären Spongiosa durch die Markhöhle schief nach dem Rippenrande zu (Fig. 4, *s Sp*) und sind auch meist marginal anzutreffen (Fig. 6, *s Sp*). Es ist also der Verlauf der sekundären Spongiosabalken in keiner Weise von den Grundsubstanzpfeilern des Knorpels unmittelbar abhängig und vorher bestimmt.

Auch die sekundäre Spongiosa ist, solange die Rippe wächst, eine transitorische Einrichtung, wird von der Markhöhle aus abgebaut, auf der der primären Spongiosa zugekehrten Seite angebaut, worauf die Anwesenheit von Osteoblastensäumen hier und ihre Abwesenheit dort schon hindeutet. Ist also die sekundäre Spongiosa, wie die anderen Schichten des enchondralen Ossifikationsprozesses, eine transitorische Einrichtung, so ist sie deswegen nicht überflüssig. Denn sie trägt mit dazu bei, daß die Überführung des knorpeligen Skelettes in das knöcherne, also das Längenwachstum, ohne Gefährdung der Knochenkontinuität und unter Wahrung der statischen Aufgaben des Knochens im wachsenden Organismus vollzogen werden kann.

Es ist noch ein Punkt der sekundären Spongiosa zu erledigen und das ist das Vorkommen von Knorpeleinschlüssen in ihren Knochenbälkchen. Es liegt in der Natur der Sache, daß die sekundären Spongiosabälkchen im Gegensatz zu den primären in der Regel frei sind von Knorpeleinschlüssen. Ausnahmsweise begegnet man ihnen aber doch und dann ist ihr Verhalten charakteristisch und ganz anders als bei der primären Spongiosa, so daß es auf den ersten Blick in die Augen springt (Fig. 5, *s Sp*). Die länglichen Knorpeleinschlüsse stimmen nämlich in ihrer Längsachse im Gegensatz zu den primären Spongiosabälkchen nicht immer mit der des Knochenbalkens überein, sondern betreten ihn meist an dem einen Rande, durchziehen ihn schräg und erreichen so den anderen Rand des Knochenbalkens.

Diese Eigentümlichkeit ist auf folgende Weise zu erklären. Beim fortschreitenden Längenwachstum des Knochens rückt die sekundäre Spongiosa allmählich nach aufwärts in Gebiete vor, die ehedem von der primären eingenommen waren. Denken wir uns für einen Augenblick ein primäres Spongiosabälkchen noch zu einer Zeit erhalten, als schon ein sekundäres in Ausbildung begriffen ist, so wird das erstere, parallel zur Rippenachse ziehende, sich mit dem letzteren, schief verlaufenden in einem Punkte schneiden. Im Bereiche dieses Schnittpunktes nun wird das primäre Bälkchen, im Gegensatz zu allen seinen übrigen Abschnitten, nicht abgebaut, sondern bleibt stehen, wird zum Aufbau des sekundären Bälkchens mitverwendet und bringt so in letzteres den Knorpeleinschluß mit hinein. Dieser aber behält seine ursprüngliche Lage parallel zur Rippenachse bei, ohne Rücksicht darauf, daß das sekundäre Bälkchen eigentlich schief verläuft, und daran erkennt man eben, daß dieser Knorpeleinschluß nicht autochthon, sondern entlehnt ist.

Der Zufall kann es mit sich bringen, daß ein sekundäres Bälkchen gleich an zwei und drei Stellen Knorpeleinschlüsse führt, die dann untereinander ungefähr parallel sind, aber den Balken schief durchziehen. Hat aber der sekundäre Balken auf einem Teil seiner Strecke einen mit der Rippenachse parallelen Verlauf, dann kann der Knorpeleinschluß an dieser Stelle auch axial im Bälkchen verlaufen. Diese sich »gar nicht an die Konformation« der Knochenbälkchen haltenden, an und für sich aber in paralleler Stellung zur Knochenachse verharrenden Knorpeleinschlüsse bezeichnet Kassowitz mit Recht als ein schönes Beispiel dafür, wie verkalkte Texturen nicht gegeneinander verschoben werden können.

Die Notwendigkeit, die Gesamtspongiosa in eine obere primäre und eine untere sekundäre zu teilen, ergibt sich schon allein daraus, daß ihr Verhalten, wie eben geschildert, grundsätzlich verschieden ist. Die Bezeichnung primäre und sekundäre Spongiosa aber hat darin ihre Berechtigung, daß, wenn wir irgendeine bestimmte Stelle ins Auge fassen, stets diejenige Spongiosa, die wir als primär bezeichneten, zuerst das Feld beherrscht, und in dem Maße, als diese primäre Spongiosa von unten her abgebaut wird, erst sekundär jene Spongiosa an die gleiche Stelle nachrückt, die wir die sekundäre nannten.

Das Bedürfnis nach einer Unterteilung der Spongiosa gibt sich zum Beispiel bei Schmorl in seiner Beschreibung der Rachitis tarda kund, indem dieser Autor von einer »ersten«, zu oberst liegenden und von einer »weiteren« oder »tieferen« Spongiosa spricht. Doch ist hier diese Einteilung nach anderen Prinzipien erfolgt als bei uns, und zwar sind beide darum voneinander unterschieden worden, weil erstere kalklos und dicht gebaut, die letztere zum Teil kalkhaltig und lockerer gebaut ist.

* * *

Die Corticalis (Fig. 1 bis 7, *C*) hat bei der Ratte gewöhnlich einen recht kompakten Bau, Gefäßkanäle sind sehr spärlich. Das Knochengewebe hat reife Struktur, die Knochenzellen sind klein, schlank, spärlich, die Zwischensubstanz rotviolett und nicht schön lamellär, aber stellenweise von schichtenförmigem Aufbau und mit Kittlinien versehen (Fig. 3, *C*, Fig. 8, *i*). Die Corticalis ist außen vom Periost, innen vom Endost bedeckt.

Gegen den Knorpel zu weitet sich das von der Corticalis umschlossene Marklumen bedeutend aus, zugleich nimmt die Dicke der Corticalis ab und ihr oberstes Ende spitzt sich ganz scharf zu, umgreift die ganze Spongiosa, die präparatorische Verkalkungsschicht und einen Teil oder die ganze Knorpelwucherungszone und endet in der Ossifikationsgrube (Fig. 4 *b*). In diesem obersten Abschnitt ist die Corticalis entsprechend der durch die Ossifikationsgrube erzeugten Einschnürung der Rippenoberfläche becherförmig eingebogen und da, wo sie den Knorpel umfaßt, hat sie wohl eine periostale Bedeckung, aber keine enostale, denn mit der Innenfläche liegt sie dem Knorpel unmittelbar auf. Das oberste Corticalisende liegt in der Höhe der Knorpelwucherungsschicht oder sogar in der ihres oberen Randes. Es ist nicht ohne Grund, daß das obere Corticalisende zumindest auch noch die untere Partie der Knorpelwucherungsschicht zirkulär umschließt. Gerade diese Knorpelpartie ist in ihrer Festigkeit durch die Vergrößerung der gegen mechanische Einflüsse widerstandsunfähigen Zellen und durch die Hand in Hand damit einhergehende Reduktion der tragfähigen Grundsubstanz herabgesetzt und es gibt 1 bis 2 Zellschichten, in deren Bereiche die genannte Veränderung schon im Gang ist, ohne daß sich vorerst noch die die Festigkeit wieder erhöhende Verkalkung der reduzierten Grundsubstanz eingestellt hätte. In dieser Lage ist also die statische Festigkeit des Knorpels mit seiner schon reduzierten, aber noch nicht verkalkten Grundsubstanz verringert und darum ist es zweifellos von Vorteil, wenn hier der Knorpel von einem Knochenreif umgürtet ist. Dies ist die hauptsächlichste statische Bedeutung des oberen Corticalisendes und wenn man so sagen darf, der erste Kunstgriff innerhalb des Rahmens jenes Vorganges, den wir enchondrale Ossifikation nennen, die Knorpelverkalkung der zweite. Beide zielen darauf ab, die Kontinuität des gesamten Knochens trotz der bei der enchondralen Ossifikation nötigen Zerstörung des Knorpels zu wahren. Viel weniger Bedeutung kommt dem oberen Corticalisende hingegen bei der

Vermittlung der Kraftübertragung vom Knorpel auf den Knochen zu. Diese erfolgt hauptsächlich vom verkalkten Knorpel aus durch Vermittlung der Spongiosa auf die tieferen Corticalisabschnitte, während das oberhalb der verkalkten Knorpelschicht liegende Corticalisende hierbei wenig in Betracht kommt, wenn es vielleicht auch nicht völlig ausgeschaltet ist.

Beim Menschen hat sich mit dem oberen Corticalisende schon Virchow befaßt und gibt an, daß diesem entsprechend sich beim Längenwachstum des Knochens das Perichondrium immer mehr in Periost verwandle. Kölliker gibt an, daß das obere Corticalisende etwas weiter reiche als die Ossifikationsgrenze im Knorpel, zugeschärft ende und etwas eingebogen sei. Kassowitz findet, daß das obere Corticalisende namentlich an rasch wachsenden Knochen um ein deutliches Stück höher reiche als der verkalkte Knorpel und in der Mitte der Höhe der Säulenzone ende. Kassowitz befaßte sich nicht mit der statischen Bedeutung dieser Erscheinung, wohl aber mit ihrer Voraussetzung, die darin besteht, daß der vom Knochen umgriffene Teil des Knorpels zumindest sein Dickenwachstum eingestellt haben muß, was vom verkalkten Knorpel selbstverständlich ist, aber ebenso auch für die untersten Partien der Säulenzone gelten muß. In sehr anschaulicher Weise schildert er dies gesetzmäßige Verhalten von den ersten Anfängen fötaler Corticalisbildung an.

* * *

Über das Periost ist nicht viel zu sagen, es ist mäßig zellreich und endet in der Ossifikationsgrube mit einer leichten, zellreichen Anschwellung, dem »Ossifikationswulst«.

* * *

Das Knochenmark in de großen Markhöhle ist entweder ausschließlich zellig oder enthält spärliche, ja nur vereinzelte Fettzellen, die die Gegend gegen die Spongiosa zu bevorzugen können. Fettzellen fanden sich in der Hälfte unseres Materials. Unter den Markzellen kann man solche mit großen, hellen, runden, oft gelappten oder gelochten Kernen von solchen mit kleinem, dunklem Kern unterscheiden, Riesenzellen sind stets vorhanden, aber an Zahl sehr wechselnd, bald sind sie spärlich, bald mäßig an Zahl, bald recht reichlich, namentlich gegen die Spongiosa zu. An der gleichen Stelle pflegen in der Regel auch die Gefäße beonders zahlreich und stark gefüllt zu sein.

* * *

Wir gelangen zu einem sehr wichtigen Punkte, dem Osteoid in den normalen Rippen. Unter Osteoid verstehen wir ein Knochengewebe, dessen Grundsubstanz noch nicht verkalkt ist. Die Anschauung, das Osteoid könne aus normal kalkhaltigen Knochen durch Kalkentziehung entstehen, ist derzeit als verlassen anzueshen. Schon das normale Knochenwachstum vollzieht sich, wie man schon seit langem weiß, derart, daß es kalklos gebildet wird und erst sekundär verkalkt. Nach Wieland war aber Pommer der erste, der dieses »physiologische Osteoid« auch wirklich gesehen hat. Pommer's Entdeckung, daß das Osteoid nicht nur beim Kinde, sondern auch beim Erwachsenen regelmäßig nachweisbar sei, ist von der größten Bedeutung für das Verständnis der Rachitis und Osteomalacie geworden, denn nur so ist es möglich, nicht nur erstere, sondern auch letztere auf das gleiche einfache Prinzip kalkloser Apposition zurückzuführen. Wieland's sorgfältige Untersuchungen haben Pommer's Befunde insofern erweitert, als sie den noch fehlenden Beweis dafür erbrachten, daß das physiologische Osteoid auch beim Fötus und Neugeborenen konstant zu finden ist.

Das Osteoid war bei unseren normalen, halbwüchsigen Ratten ungefähr so wie beim normalen Menschen derselben Altersstufe, nur ganz dünn und selten anzutreffen. So findet sich im Falle 5 die

Angabe, daß es in 12 Rippenschnitten nur 26 Messungen auszuführen möglich war, im Falle 8 in 9 Schnitten nur 17 Messungen, was etwa 2 Messungen auf einen Schnitt ergibt. Das Knochengewebe ist also im wesentlichen sehr gut verkalkt, denn die Gesamtmenge des Osteoids ist äußerst gering.

Ein bevorzugter Sitz für das Osteoid ist die Corticalis (Fig. 6, *nC*), wo es am häufigsten an der pektoralen Periostfläche, in den Gefäßkanälen und am Endost zu finden ist. Die Bevorzugung der Corticalis hat darin ihren Grund, daß sich hier gelegentlich der weiter unten zu erwähnenden Wachstumsvorgänge oft noch ganz rege Apposition findet. Konstant findet man das Osteoid aber am obersten Ende der Corticalis, wo sich ja das Längenwachstum derselben abspielt. Es ist dies jener Teil, der mit seiner inneren Fläche dem Knorpel aufruht, an der äußeren aber vom Periost überzogen ist. Die äußerst fein zulaufende Spitze ist nur auf eine kurze Strecke in ihrer ganzen Dicke kalklos, und gemessen wurde an jener dicksten Stelle, an der die Corticalis gerade noch ihrer ganzen Dicke nach kalklos ist. Die erwähnten Umstände bringen es mit sich, daß das Osteoid gerade in der Corticalis in der Regel am häufigsten, sogar fast oder ganz ausschließlich anzutreffen ist, hier auch die größte Dicke erreicht und gegen den kalkhaltigen Knochen hin manchmal die sehr schmale und feinkörnige Übergangszone aufweist, die an anderen Stellen überhaupt kaum wahrnehmbar ist. Schon Pommer gibt an, daß die Breite dieser Übergangszone selbst im normalen Skelett sehr schwankt.

Schon viel dünner und spärlicher ist das Osteoid in der sekundären Spongiosa, wo es gelegentlich auch fehlen kann. Am seltensten und dünnsten ist es aber in der primären Spongiosa, wo es so dünn ist, daß man eine starke Färbung anwenden muß, um es zum Vorschein kommen zu lassen, und dann noch Schrägschnitte aufsuchen muß, die den Osteoidsaum breiter erscheinen lassen, als er in Wirklichkeit ist. Zumeist fehlt aber das Osteoid an der primären Spongiosa sogar ganz.

Es muß auf den ersten Blick sehr verwundern, daß wir an der primären Spongiosa mit ihren äußerst lebhaften Appositionsvorgängen eigentlich fast gar kein Osteoid finden, während dieses in der Cortcalis soviel häufiger und dicker anzutreffen ist, wiewohl in dieser der Appositionsvorgang, an und für sich rege, doch immerhin mit dem der primären Spongiosa keinen Vergleich aushält. Wir würden eigentlich geradezu umgekehrt das meiste Osteoid in der primären Spongiosa erwarten. Dies wäre auch gewiß der Fall, wenn die Anwesenheit und Dicke des Osteoids einzig und allein vom augenblicklichen Zustande des Kalkstoffwechsels abhängig wäre. Dem ist aber nicht so.

Wir werden bei der Rachitis mehrmals Gelegenheit haben, Beweise dafür zu erlangen, daß außer dem Zustande des Kalkstoffwechsels auch noch rein lokale, statisch bedingte Momente bei der Raschheit der Verkalkung neu apponierten Knochengewebes sehr in die Wagschale fallen. Es gibt eben statisch bedingte, calcioprotektive Gewebsabschnitte im Knochen und, wie wir später hören werden, auch im Knorpel, die aber bei Rachitis viel klarer und öfter zum Vorschein kommen als im normalen Knochen. Ein solcher Ort aus statischem Bedürfnis und Reiz bedingter Beschleunigung des Verkalkungsvorganges ist aber eben der Knochenanwurf der primären Spongiosabälkchen, denn er hat die Aufgabe, die Reste des soeben erst durch die Gefäßinvasion zerfressenen Knorpels so rasch als möglich zu verstärken und so den für die Knochenkontinuität gefährlichsten Moment des enchondralen Ossifikationsprozesses abzukürzen. Es stellt sich also der Knochenanwurf auf die nackt dastehenden Knorpelsepta nicht nur sehr rasch, nämlich manchmal schon in der zweiten aufgebrochenen Kapsel ein, sondern es verkalkt auch dieser Knochenanwurf besonders rasch und es ist schwer, die Vermutung zu unterdrücken, ob nicht der beim Abbau des verkalkten Knorpels freiwerdende Kalk die in engster Nachbarschaft vor sich gehende Knochenverkalkung besonders zu beschleunigen vermag.

Anders an der Corticalis. Diese ist dick und, weil vollständig verkalkt, auch sehr fest. Kommt aber der Zeitpunkt, wo auch sie aus statischem Bedürfnis an Dicke zunehmen, also Knochen apponieren muß, so geschieht dies viel langsamer als an der primären Spongiosa und es ist kein Grund vorhanden, diese junge Apposition in besonders beschleunigtem Tempo der Verkalkung zuzuführen. Denn die alte, ganz verkalkte und dicke Corticalis, die wesentlich dicker ist als die junge, beginnende Auflagerung, entspricht

dem statischen Bedürfnis noch ganz gut. Es ist, wenn man so sagen darf, nichts so Schwerwiegendes auf dem Spiele, es droht dem Knochen nicht eine so schwere Katastrophe, wie es die Kontinuitätstrennung ist, wenn die dünne, junge Auflagerung nicht raschestens verkalkt. Es ist also kein Bedürfnis für eine beschleunigte Verkalkung gegeben und darum geht sie im gewöhnlichen Tempo vor sich.

Wenn wir das über die Verteilung des Osteoids in der normalen Rippe der Ratte Gesagte kurz zusammenfassen, so finden wir, daß es am häufigsten und dicksten in der Corticalis anzutreffen war, schon spärlicher und dünner in der sekundären und am seltensten und dünnsten in der primären Spongiosa. Das Befremdliche an diesem Befunde ist die trotz lebhaftester Knochenapposition geringste Osteoidmenge in der primären Spongiosa. Die Erklärung dafür ist die, daß die primäre Spongiosa statisch bedingtes calcioprotektives Gebiet ist.

Es wird nach dem Gesagten von Interesse sein, nachzusehen, was über die hier berührten Fragen in der Literatur vorzufinden ist.

Die Wichtigkeit des Knochenanwurfes der obersten Spongiosa, die wir primäre nennen, erkannte M. B. Schmidt bei der Osteochondritis luetica, in deren erstem und zweitem Stadium das wichtigste Charakteristikon darin besteht, daß der Knochenanwurf ausbleibt, die durch den vaskulären Abbau aus der präparatorischen Verkalkungsschicht herausgearbeiteten Knorpelgrundsubstanzpfeiler nackt bleiben, darum zu schwach sind, zerbrechen und so zu Epiphysenlösung führen. Dieses Verhalten hat zwar mit der Kalkverteilung, von der wir sprachen, nichts zu tun, zeigt uns aber die statische Dignität des Knochenanwurfes in der primären Spongiosa, ferner wohin es käme, wenn der Knochenanwurf sich zwar bilden, aber nicht verkalken würde (was ja dem Ausbleiben der Knochenbildung fast gleich käme) und daß hier die beschleunigte Verkalkung sozusagen ganz am Platze ist.

Heubner jedoch spricht direkt von den Kalkverhältnissen. Da, wo er die normale enchondrale Ossifikation des Kindes schildert, sagt er, daß das in den obersten Markräumen soeben erst gebildete Knochengewebe »sozusagen momentan« fest wird, was man daran erkennt, daß die Spongiosabalken nur ganz schmale Osteoidsäume aufweisen. Dies momentane Festwerden ist unbedingtes Erfordernis für den regelmäßigen Ablauf der enchondralen Ossifikation, »denn, wenn dies nicht im gleichen Schritte mit der Auflösung der provisorischen Knorpelverkalkung geschieht ...., so würde diese kritische Stelle nachgiebig werden und allen möglichen Deformationen ausgesetzt sein.« Die Anwendung der Wortes kritisch zeigt, wie Heubner hier richtig statisch gedacht hat, doch findet sich bei ihm nirgends der Vergleich zwischen den Osteoidverhältnissen der primären Spongiosa und denen anderer Knochenstellen und somit fehlt der Beweis, daß statisch weniger exponierte Stellen es mit der Verkalkung sozusagen weniger eilig haben.

Bei Wieland findet sich zwar an vielen Stellen der Vergleich der Kalkverhältnisse in der primären mit denen der übrigen Spongiosa und der Corticalis durchgeführt, aber eine Erklärung für seine sehr charakteristischen Befunde von statischen Gesichtspunkten fehlt hier wieder. Sein Tatsachenmaterial ist sehr umfänglich. Was zunächst die Flächenausdehnung betrifft, so fand er das Osteoid beim Fötus an allen Spongiosabälkchen, beim Neugeborenen an den primären durchwegs, an den sekundären nur stellenweise, beim Säugling, wenn überhaupt, so noch am ehesten an den primären, fast gar nicht an den sekundären, vereinzelt an der Corticalis. Es besteht somit die ausgesprochene Tendenz zur Abnahme der Flächenausdehnung des Osteoids mit dem Alter, und darin eilt die sekundäre Spongiosa der primären deutlich voran. Daß die Flächenausdehnung, aber auch die Dicke des Osteoids mit zunehmendem Alter abnimmt, hat früher schon Pommer für das postfötale Stadium gefunden und mit der physiologischen Abnahme des Wachstums in Zusammenhang gebracht. In gleicher Weise erklärt Wieland seine Befunde damit, daß die Knochenapposition, mit der ja das Vorkommen von Osteoid zusammenhängt, mit dem Alter des Individuums abnimmt und in der primären Spongiosa viel reger ist als in der sekundären. Mit einer pathologischen, durch die Lues bedingten Appositionshemmung bringt es Wieland in Zusammenhang, daß bei Osteochondritis luetica das Osteoid in der primären Spongiosa selbst beim Fötus ganz fehlen kann, während es an der sekundären Spongiosa und Corticalis deutlich nachweisbar ist.

Was nun die Osteoiddicke betrifft, so gibt Wieland für den Fötus, Neugebornen, Säugling und für die Lues congenita an, daß das Osteoid in der primären Spongiosa konstant »äußerst fein, kaum meßbar« ist, an den sekundären konstant breiter und »daher gut meßbar«. Eine Erklärung für dieses Verhalten gibt er aber nicht. Nach unseren Ausführungen sind Wieland's Befunde nur so zu erklären, daß eben auch beim Menschen der Knochenanwurf der primären Spongiosa calcioprotektives Gebiet ist, und wir werden auf diese Befunde um so mehr Gewicht legen, als sie völlig objektiv, ohne Kenntnis des calcioprotektiven Gesetzes erhoben sind.

Wenn Wieland ferner die Abnahme der Osteoidmenge mit zunehmendem Alter auf die physiologische und bei Lues auf eine pathologische Abnahme der Knochenapposition zurückführt, so hat er wohl mit dieser Erklärung recht. Doch muß, zum Teil wenigstens, als weitere Ursache für diese Erscheinung auch noch der Umstand betont werden, daß mit zunehmendem Alter die Indienststellung der Knochen zunimmt, was eine Beschleunigung der Verkalkung zur Folge haben wird. Bei der Rippe speziell kommt die Verwendung bei der Atmung besonders in Betracht, was beim Vergleich des Säuglings mit einem Fötus oder dem Neugebornen sehr in die Wagschale fallen wird. Bei der Lues congenita aber ist die primäre Spongiosa bei der drohenden Epiphysenlösung in erhöhtem Maße calcioprotektive Zone, was in den meisten Fällen zu einem völligen Fehlen des Osteoids in derselben führt.

Wenn wir unsere Befunde an der Ratte mit denen Wieland's am Menschen vergleichen, so ergibt sich eine völlige Übereinstimmung darin, daß auch bei der Ratte die Osteoiddicke konstant in der sekundären Spongiosa und der Corticalis größer ist als in der primären Spongiosa. In der Flächenausdehnung jedoch besteht ein großer Unterschied insofern, als Wieland in der primären Spongiosa das Osteoid, wenn auch kaum meßbar, so doch noch in der größten Flächenausdehnung fand, während bei der Ratte die Osteoiddicke so weit gesunken war, daß man sie gerade hier am seltensten sehen und messen konnte. Wir werden kaum fehlgehen, wenn wir diesen Unterschied damit erklären, daß Wieland Föten, Neugeborene und junge Säuglinge, wir aber schon halbwüchsige Tiere untersuchten. Von welchem Einfluß aber das Alter aufs Osteoid ist, wurde schon oben gesagt.

Es erscheint noch von Interesse, daß Kassowitz noch allerneuestens die Existenz physiologischen Osteoids leugnet und zum Beweise dafür anführt, daß er es an der primären Spongiosa vermißte, wo es, wenn überhaupt, so doch vor allem anderen zu finden sein müßte. Dieses Desiderat erscheint völlig logisch. Wenn aber, wie wir nunmehr wissen, die primäre Spongiosa calcioprotektives Gebiet ist, so werden wir nicht gerade sie uns aussuchen, wenn wir uns von der Existenz des physiologischen Osteoids überzeugen wollen.

Die genaue Kenntnis der Dicke des Osteoids bei der normalen Ratte ist für unsere spezielle Fragestellung von großer Bedeutung. Unsere Messungen ergaben, daß die Dicke des Oteoids in ein und demselben Falle in recht weiten Grenzen variiert, denn die Unterschiede zwischen Durchschnitt, Maximum und Minimum sind recht erheblich. Zum Teil dürfte diese Schwankung darauf zurückzuführen sein, daß die an der Corticalis und der Spongiosa gewonnenen Zahlen zusammengezogen wurden. Auch die Durchschnittshöhe der verschiedenen Fälle variiert (Diagramm X, Tafel IX), und zwar derart, daß die kleinste gewonnene Zahl 2·7 μ (Fall 1), die größte 6·3 μ (Fall 5), also mehr als das Doppelte beträgt. Die seinerzeit von mir für zwei normale Ratten angegebenen Durchschnittszahlen von 5 und 5·5 μ passen in unsere heutige Zahlenreihe sehr gut hinein.

Vergleichen wir unsere Normalzahlen der Osteoiddicke in der Rippe der Ratte mit den beim Menschen gefundenen Zahlen, so erscheinen uns die letzteren, wie sie Pommer für das postfötale Leben fand, zum Teil wesentlich größer: Je ein Kind von 3 Tagen und 4 Wochen = 5 bis 7, 15 bis 19 μ; je eines von 5 Wochen und 10 Monaten = 3 und 15 μ; beim Erwachsenen 1 und 3, 9 und 12 μ. Wieland's Zahlen sehen den unsrigen viel ähnlicher: Fötus = 3·6 bis 4 und 5 μ; Neugeborner = 3·6 bis 5·4 μ; Säugling = bis 9 μ; Lues congenita 5 bis 8 μ. Dies die Zahlen für die Rippe; im Schädel jedoch ist die Osteoiddicke normaliter schon wesentlich größer, 7 bis 12 μ. Wir sehen also nicht nur erhebliche Schwankungen je nach

dem Alter der Individuen, sondern auch je nachdem, an welcher Skelettstelle man mißt. Lehnert wieder findet bei normalen jungen Hunden großer Rassen das physiologische Osteoid so erheblich breit, daß man beim Menschen schon an Rachitis denken würde.

Angesichts der Tatsache, daß die normale Osteoiddicke beim Menschen anders ist als beim Tier, ferner bei den Tieren untereinander wechselt, selbst bei verschiedenen Rassen derselben Art, angesichts der Schwankungen in den verschiedenen Altersstufen und selbst an den verschiedenen Skelettstellen desselben Individuums, ist es geradezu unerläßlich, für jene Tierart, bei der man Rachitis studieren will, vorerst die Normalzahl der Osteoiddicke zu ermitteln, und zwar für jene Altersstufe und jene Skelettstelle, die bei den Rachitisuntersuchungen in Betracht kommt. Das ist die einzig sichere Basis, von der aus man pathologische Fälle verläßlich beurteilen kann; auf dieser Basis hat Pommer die moderne und wohl allgemein anerkannte Lehre von der Rachitis und Osteomalacie aufgebaut, von dieser Basis aus konnte Wieland die lang umstrittene Frage der angeborenen Rachitis aus der Welt schaffen.

Aber selbst wenn man alle die genannten, die normale Osteoiddicke beeinflussenden Faktoren, wie wir das in unseren Untersuchungen getan haben, eliminiert, so erhält man nicht etwa eine starre, sondern eine in mäßigen Grenzen variierende Zahl. Und das liegt in der Natur der Sache. Denn es unterlaufen bei der Mikrometrie vielfach Schrägschnitte, die den Osteoidsaum breiter erscheinen lassen als er ist, ferner auch solche, die gerade im Anfang der Entstehung sich befinden und ihre volle Breite noch nicht erlangt haben, und endlich Knochenstellen verschiedener Beanspruchungsgröße, die, wie wir gehört haben, ebenfalls auf das Tempo der Verkalkung von Einfluß ist.

Für sich im Diagramm XI, Tafel IX sind die beim Messen des Osteoids am oberen Corticalisende gewonnenen Zahlen zusammengestellt. Ein Vergleich mit dem die Osteoidverhältnisse der Corticalis und Spongiosa darstellenden Diagramm X zeigt, daß die Durchschnittszahlen am oberen Corticalisende im ganzen größer und daß die Durchschnittszahlen der verschiedenen Fälle (wenn wir von dem an erster Stelle stehenden Falle 5 absehen) auch in geringerem Grade variieren, denn im Falle 1 beträgt sie 5·8 μ, im Falle 3 aber 9 μ, was noch lange nicht das Doppelte ist. Die Schwankung im selben Fall ist ebenfalls erheblich geringer.

Daß die Osteoiddicke am oberen Corticalisende größer ist als sonst in der Corticalis, hat darin seinen Grund, daß das Längenwachstum der Corticalis, das sich eben an ihrem oberen Ende abspielt, rascher vor sich geht als das Dickenwachstum. Es ist dies Verhalten ein Beispiel für die schon oben erwähnte Tatsache, daß das Tempo der Knochenapposition von Einfluß ist auf die Osteoidbreite, weshalb jugendliche Individuen breitere Osteoidsäume aufweisen als alte mit verlangsamter Apposition. Nach Pommer kann auch ohne Rachitis eine sehr rasch vor sich gehende Knochenbildung eine Verbreiterung der Osteoidsäume nach sich ziehen. Da das obere Corticalisende bei verschiedenen Tieren unter der gleichen statischen Einwirkung steht, haben die Osteoidmaße derselben in erhöhtem Maße Vergleichswert und wir wollen daher einen Vergleich der durchschnittlichen Breite des Osteoids am oberen Corticalisende mit dem Gewicht der Tiere anstellen. Im Diagramm XI, Tafel IX sind die Fälle nach der Größe der Durchschnittszahlen in ansteigender Reihenfolge geordnet. Wir wollen die Fälle in derselben Reihenfolge hier untereinanderstellen und zu jedem die durchschnittliche Breite des Osteoids und das Körpergewicht des Tieres dazusetzen, wobei nur noch daran zu erinnern ist, daß bei der Ratte, bei der keinerlei Rassenunterschiede vorkamen, das größere Körpergewicht auf das höhere Alter des Tieres schliesen läßt, vorausgesetzt, daß die Tiere alle gesund und in gleich gutem Ernährungszustande sich befinden, wie dies eben bei unseren Tieren der Fall war.

Ein Blick auf die Tabelle belehrt uns, daß die Osteoidbreite des oberen Corticalisendes in demselben Maße zunimmt, als das Körpergewicht, also auch das Alter des Tieres abnimmt. Nur der Fall 2 bildet eine Ausnahme, da er ein zu geringes Körpergewicht aufweist. Je älter das Tier ist, desto schmäler also das Osteoid.

Tier	Osteoidbreite	Körpergewicht
5	2·5 μ	225 *g*
1	5·8 μ	198 *g*
2	6·0 μ	135 *g*
7	6·3 μ	175 *g*
6	7·5 μ	148 *g*
8	7·5 μ	142 *g*
4	8·4 μ	134 *g*
3	9·0 μ	128 *g*

Je älter das Tier, desto langsamer wird aber auch das Längenwachstum, damit auch die Knochenapposition am oberen Corticalisende. Man kann also sagen, die Verschmälerung des Osteoids mit zunehmendem Alter ist eine Folge verlangsamter Knochenapposition. Damit haben wir ein schönes Illustrationsfaktum für die Tatsache gewonnen, daß die Breite des Osteoids unter manchem anderen auch vom Tempo der Knochenapposition abhängen kann. Tier 5, das älteste unserer Reihe, mit schon stark verlangsamtem Körperwachstum, hat im oberen Corticalisende ein nur 2·5 μ im Durchschnitt breites Osteoid, das Tier 3, das jüngste der Reihe, mit noch sehr lebhaftem Körperwachstum, hat an gleicher Stelle ein noch 9 μ im Durchschnitt breites Osteoid.

* * *

b) **Rippen mit abgeschlossenem Wachstum.**

Die Fälle 1 bis 7 waren ursprünglich für eine andere Versuchsreihe bestimmt und darum wurde bei ihnen 15 Tage vor der Tötung die Resektion einer Rippe vorgenommen, die gar nicht in dem Plan der vorliegenden Versuchsreihe lag. Die histologische Untersuchung dieser resezierten Rippen ergab in den meisten Fällen einen Befund, welcher von dem abwich, der an den post mortem gewonnenen Rippen erhoben wurde. Unsere bisherigen Ausführungen bezogen sich ausschließlich auf das anatomische, die folgenden beziehen sich auf das operative Material. Der Hauptunterschied zwischen beiden lag darin, daß die post mortem untersuchten Rippen durchwegs lebhafte Wachstumserscheinungen aufwiesen, während die in vivo resezierten Rippen in der Regel das Bild vollkommenen Wachstumsstillstandes boten. Der Grund für dieses auffallende Verhalten ist einfach der, daß die in vivo resezierten Rippen stets zu den obersten gehörten, die ihr Wachstum zu einer Zeit schon einzustellen pflegen, als die mittleren Rippen, wie sie post mortem untersucht wurden, noch lebhafte Wachstumserscheinungen aufweisen. Weil also die Befunde am operativen Material unsere Kenntnisse vom normalen histologischen Bilde der Rippen unseres Versuchstieres vervollständigen, wollen wir auch diese mitteilen und dabei, um Wiederholungen zu vermeiden, nur jene Punkte hauptsächlich anführen, in denen das Verhalten eben von jenem abweicht, das wir bei den mittleren Rippen bereits kennen gelernt haben.

In bezug auf den verkalkten Rippenknorpel (Fig. 1, *vK*) besteht gegenüber den mittleren Rippen gar kein Unterschied.

* * *

Der ruhende Knorpel unterscheidet sich von dem der mittleren Rippen in bezug auf die Schichthöhe fast gar nicht. Dort schwankt die Durchschnittszahl zwischen 210 und 300 μ, hier, wie das Diagramm VI, Tafel IX zeigt, zwischen 217 und 385 μ. Bloß die Schwankung zwischen Durchschnitt, Maximum und Minimum im selben Falle ist manchmal größer als in den mittleren Rippen. In bezug auf den histologischen Aufbau ist gar kein Unterschied zu konstatieren (*rK*, Fig. 1, 8).

* * *

Die Knorpelwucherungsschicht weist aber schon deutliche Unterschiede auf. Ihre Höhe ist, wie das Diagramm VII, Tafel IX zeigt, auffallend geringer, oft weniger als halb so hoch (*KW*, Fig. 1, 8) als in den mittleren Rippen (Diagramm II) und es erscheint dies ganz natürlich, daß Rippen, deren enchondrale Ossifikation stillsteht, eine viel niedrigere Knorpelwucherungsschicht aufweise die ja sozusagen der erste Akt dieses Prozesses ist. Dort hatten wir ferner eine Schwankung zwischen 130 und 177 μ, hier eine solche von 54 bis 131 μ, also schwankt hier die Durchschnittshöhe der verschiedenen Fälle in viel weiteren Grenzen und das Maximum hier gleicht dem Minimum dort. Aber in ein und demselben Falle ist die Schwankung ebenso gering wie bei den mittleren Rippen.

Der histologische Bau ist hier prinzipiell derselbe (*KW*, Fig. 1, 8) wie in den mittleren Rippen, nur sind die Zellsäulen stets niedriger, spärlicher, schmäler, weiter auseinanderstehend und darum die Grundsubstanzpfeiler zwischen den Zellsäulen breiter und die Grundsubstanz in toto reichlicher (Fig. 1, *KW*), insbesondere gegen den ruhenden Knorpel hin. Die Zellen sind die gleichen, kleinen, dunkeln, querspindeligen Elemente, die sich gegen die Verkalkungszone zu langsam vergrößern, heller und rund werden; manchmal sind sie aber im allgemeinen deutlich heller als in den mittleren Rippen. Basophile Züge konnten aber in der Grundsubstanz niemals nachgewiesen werden. Im übrigen ist hier zu dem bei den mittleren Rippen Gesagten nichts Neues hinzuzufügen.

Wir werden auch später noch darauf zu sprechen kommen, daß das Längenwachstum eines Knochens sich nirgends anders als in der Knorpelwucherungszone abspielt, im Gegensatz zu der oft anzutreffenden Meinung, daß dies in der Zone der enchondralen Ossifikation der Fall sei; genau genommen spielt sich aber in der Zone der enchondralen Ossifikation bloß das Längenwachstum der knöchernen Diaphyse ab, was eben nicht identisch ist mit dem ganzen Knochen. Unter solchen Umständen ist es leicht verständlich, daß die Knorpelwucherungszone nicht nur physiologisch bei der Verlangsamung des Körperwachstums mit zunehmendem Alter niedriger sein wird, sondern auch bei pathologischer Wachtumshemmung. Schon Hofmeister spricht bei thyreoidektomierten Hunden von mangelhafter Knorpelbildung und bei der mit bedeutender Hemmung des Längenwachstums einhergehenden kongenitalen Thyreoaplasie sah Dieterle die Knorpelwucherungszone auf die Hälfte, die Säulenzone auf weniger als ein Drittel der normalen Höhe reduziert und dabei genau wie bei unseren Rattenrippen mit abgeschlossenem Wachstum die Zellen weniger dichtstehend, die Grundsubstanz vermehrt.

* * *

Die präparatorische Knorpelverkalkungsschicht ist, wie bei den mittleren Rippen, die niedrigste von allen (Diagramm VIII, Tafel IX) und im Einzelfalle wenig schwankend, absolut genommen aber auffallend niedriger und das ist für die ruhende enchondrale Ossifikation ganz besonders charakteristisch. Dort hatten wir in den verschiedenen Fällen eine Schwankung der durchschnittlichen Höhe zwischen 56 und 105 μ, hier zwischen 19 und 27 μ, wenn wir die zwei letzten Fälle der Reihe, nämlich Fall 7 und 5, auf die wir sofort zu sprechen kommen, vorläufig aus dem Spiele lassen. Es ist also hier das Maximum nur halb so groß als dort das Minimum, aber die Schwankung in den verschiedenen Fällen ist hier viel geringer.

Ein Blick auf das Diagramm VIII belehrt uns, daß die zwei letzten Fälle mit ihren Durchschnittszahlen von 64 und 93 μ eigentlich in die Reihen der mittleren Rippen hineinpassen, hier aber ganz aus der Reihe fallen und dies mit gutem Grund. Wie wir nämlich später hören werden, ist gerade in diesen zwei Rippen zu sehen, daß die enchondrale Ossifikation, nachdem sie einige Zeit stillgestanden hatte, wieder von neuem begonnen hat, im Falle 7 (64 μ hoch) erst mäßig, im Falle 5 (93 μ hoch) aber schon sehr lebhaft vor sich geht und das wird typischer Weise mit einer Vergrößerung der Höhe der präparatorischen Verkalkungsschicht eingeleitet. Es ist also berechtigt, die zwei letzten Fälle des Diagramms VIII unberücksichtigt zu lassen, wenn vom Verhalten bei stillstehender Ossifikation die Rede ist.

Im histologischen Befund bestehen folgende Unterschiede gegenüber den mittleren Rippen. Die Zellen vergrößern sich in allmählichem Übergang von der Knorpelwucherungsschicht, werden rund und hell, erreichen aber nicht die Größe wie in mittleren Rippen, sind öfter rundlich als polygonal; auch der Kern ist kleiner, das Protoplasma spärlicher, beides weniger licht gefärbt und zweimal (Fall 5 und 7) waren die Kerne ganz homogen blaßblau, wie sie bei den mittleren Rippen nie waren.

Die Säulen sind infolge der Kleinheit der Zellen schmäler, weniger dicht beisammenstehend, weshalb sie etwas besser hervortreten. Zufolge der geringen Höhe der Schicht sind auch die Säulen sehr nieder, denn sie enthalten, vorausgesetzt daß die enchondrale Ossifikation nicht neuerdings in Gang gekommen ist, maximal drei Zellen übereinander. Stellenweise aber sieht man in jedem Falle die Schicht auf eine einzige Zellhöhe reduziert und zuweilen hat selbst diese keinen Platz und dann besteht die Schicht an einer solchen Stelle bloß aus Grundsubstanz.

Diese ist stets durchwegs homogen verkalkt, schwarzblau und infolge der geringeren Zellgröße nicht so spärlich wie in den mittleren Rippen, und zwischen den Zellsäulen sind die Grundsubstanzpfeiler breiter als zwischen den Zellen in den Säulen. Die gegen die Knorpelwucherungszone stehende Grenze der Knorpelverkalkung ist, wie in den mittleren Rippen ausnahmslos, meist unscharf, aber in 2 Fällen (4 und 6) war diese Grenze ganz scharf und nicht geradlinig, sondern gegen die Knorpelwucherungsschicht in der Weise konkavbuchtig, daß die Verkalkung der Grundsubstanzpfeiler nicht hoch hinaufreicht, dagegen an den Zellsäulen empor die Verkalkung auch hoch hinaufzieht.

Wenn wir also eine kurze Charakteristik der Schicht entwerfen sollen, so müßte man sagen, daß, wenn die Rippe sich dem Abschluß ihres Längenwachstums nähert, die nieder gewordene Wucherungsschicht nur noch kleine Zellen in die Verkalkungsschicht absetzt, dann sistiert das Wachstum dieser Schicht ganz, während der Stillstand ihres Abbaues an der unteren Fläche sich entweder langsamer oder später einstellt, so daß die Schichthöhe abnimmt. Von einer Atrophie der Schicht läßt sich aber eigentlich nicht sprechen. Wenn wir bedenken, daß die Knorpelverkalkung ein vorbereitender Akt der enchondralen Ossifikation ist, so wird es uns nicht wundernehmen, daß sie eingestellt wird, wenn die enchondrale Ossifikation zum Stillstand kommt.

* * *

Von einer enchondralen Ossifikation läßt sich so gut wie gar nicht sprechen und eine primäre Spongiosa fehlt unter allen Umständen ganz, wenn das Längenwachstum völlig stillsteht. Inwiefern man aber selbst dann noch von gerinfügigen Andeutungen enchondraler Ossifikation reden kann, werden wir bei der sekundären Spongiosa hören, die ausnahmslos vorhanden ist.

Es muß also die primäre Spongiosa nach eingetretenem Stillstand der enchondralen Ossifikation spurlos abgetragen worden sein, so daß wir sie zeitlich an die enchondrale Ossifikation gebunden ansehen müssen und ebenso vorübergehend wie diese. Die sekundäre Spongiosa aber ist auch nach abgeschlossenem Längenwachstum stets noch zu sehen, aber, wie wir sofort hören werden, in sehr veränderter Form.

* * *

Die sekundäre Spongiosa ist, wie das Diagramm IX zeigt, im Durchschnitt viel niedriger, in verschiedenen Fällen weniger different (Diagramm IX, Tafel IX), aber im gleichen Fall ebenso bald mehr, bald weniger schwankend wie bei den mittleren Rippen. Es schwankt nämlich die Schichthöhe von 246 bis 447 μ, wenn wir aus den schon angeführten Gründen den neuerdings in regstem Längenwachstum begriffenen, an letzter Stelle des Diagrammes stehenden Fall 5 weglassen. Bei den mittleren Rippen schwankte diese Zahl zwischen 318 und 990 μ. Es ist also bei der oberen Rippe die sekundäre Spongiosa wohl auch die höchste unter den Schichten, aber doch im Vergleich mit der der mittleren Rippe stark reduziert.

Diese Reduktion der Schichthöhe kommt nach Abschluß des Längenwachstums dank einer besonderen, zweckmäßigen Einrichtung zustande, einer quer über die ganze Rippe sich ausdehnenden knöchernen Platte, welche der Unterfläche des verkalkten Knorpels in einer scharfen Grenzfläche innigst angeschmiegt ist, welch letztere globulär gestaltet, also rauh ist, um ein Abrutschen des Knorpels vom Knochen zu verhindern. Diese Tragplatte oder Druckaufnahmeplatte geht zirkulär an der ganzen Peripherie kontinuierlich in das obere Ende der Corticalis über, so mit ihr eine statisch-mechanische Einheit darstellend. Zur Versteifung oder Verstrebung dieser Verbindung dienen noch spärliche Knochenbalken, die oben die Querplatte tragen und unten sich auf die Innenfläche der Corticalis aufstützen. Es zerfällt somit die Besprechung der sekundären Spongiosa in zwei Teile, in die der Querplatte und die der Tragbalken.

Die Querplatte ist bald dünn, bald fast so dick wie das obere Corticalisende, sie ist in der Regel flach, platt, einmal aber (Fig. 1, *b*) war sie ganz wenig konvex, ein andermal ebenso ganz wenig konkav gebogen. Sie besteht aus reifem Knochengewebe mit Kittlinien, hie und da mit einem Gefäßkanal, aber ohne Knorpeleinschlüsse. Die Platte kann als kontinuierlich bezeichnet werden, wiewohl sie hie und da von einem Gefäß perforiert ist, das so zum Knorpel gelangt und diesen entweder gar nicht abbaut oder selten einmal eine oder einige wenige Kapseln samt Grundsubstanzsepten abbaut und so eine kleine Höhle schafft, aber Osteoblasteneinwanderung und Knochenanbau folgen nicht (Ausnahmen siehe unten). So kann man eventuell noch von einem sehr geringfügigen vaskulären Abbau sprechen, aber nicht von einer wirklichen enchondralen Ossifikation. Die zwei Fälle 5 und 7 aber, wo lebhafte enchondrale Ossifikation stattfindet, gehören nicht in den Abschnitt über ruhendes Längenwachstum und sollen im nächsten Abschnitt in passendem Zusammenhange zur Sprache kommen.

Die die Querplatte stützenden Spongiosabalken (Fig. 1, *s Sp*) zeichnen sich dadurch aus, daß sie äußerst spärlich, ganz kurz und dick sind, nur marginal liegen, mit ihrem oberen Ende die Platte tragen, mit dem unteren sich auf die Innenfläche der Corticalis stützen und darum, der Stützstruktur entsprechend, schief stehen. Noch weniger als bei den mittleren Rippen kann man hier von einer wirklichen Schicht sprechen und wenn trotzdem von einer Schichthöhe die Rede ist, so ist damit eigentlich eine Höhenstrecke gemeint, innerhalb welcher sich die so seltenen Balken finden. Im übrigen gilt hier von den sekundären Spongiosabalken dasselbe wie bei den mittleren Rippen.

Ähnlich wie die Höhenabnahme der Knorpelwucherungszone findet sich eine knöcherne Querplatte auch in Fällen pathologischen Stillstandes des Körperwachstums. So sah sie als erster Langhans bei Kretinismus, Steinlin bei thyreoidektomierten Tieren und Dieterle bei kongenitaler Schilddrüsenaplasie. Dieterle's genaue Beschreibung stimmt mit der unsrigen genau überein, nur daß er unter dem »Querbalken«, wie er die Querplatte nach dem Schnittbild nennt, eine hohe Spongiosa fand. Dieterle gibt ferner an, der Querbalken komme auch bei infantilem Myxoedem vor, dann bei *Cachexia thyreopriva*, dem Paltauf'schen Zwergwuchs und mehr weniger deutlich beim normalen Individuum gegen Ende der Wachstumsperiode und sei »ein Symptom des Wachstumsstillstandes«.

* * *

Die Corticalis (Fig. 1, *C*) stimmt bezüglich ihres Gewebsaufbaues mit der der mittleren Rippen vollkommen überein. Der Hauptunterschied liegt im oberen Corticalisende. Dieses weitet sich nicht becherförmig, sondern trichterförmig und weniger stark aus, wird nicht sehr viel dünner, besitzt eine glatte Endost, aber eine lakunäre oder sogar noch in fortschreitendem Abbau begriffene Periostfläche, umgreift den Knorpel nicht, sondern endet unter der präparatorischen Verkalkungsschicht oder geht hier, besser gesagt, in die Querplatte über. Jegliche Abwesenheit von Osteoid am oberen Corticalisende ist ein Beweis dafür, daß mit abgeschlossener enchondraler Ossifikation auch das Längenwachstum der Corticalis vollständig sistiert.

Dieses so ganz abweichende Verhalten des oberen Corticalisendes ist der Ausdruck einer gegen die mittleren, noch fortwachsenden Rippen vollständig veränderten statischen Inanspruchnahme. Hier gibt es keine Knorpelschicht, die in ihrer Festigkeit durch Vergrößerung der Zellen, Reduktion der Grundsubstanz und Kalklosigkeit der letzteren herabgesetzt ist, darum umringt das obere Corticalisende auch nirgends den Knorpel. Die Corticalis endet vielmehr unter dem verkalkten Knorpel und indem sie hier recht dick ist und kontinuierlich in die Querplatte übergeht, kommt sie bei der Vermittlung der Kraftübertragung vom Knorpel auf den Knochen in hohem Grade in Betracht. Diese Übertragung erfolgt nämlich vom verkalkten Knorpel und der Querplatte über das obere Corticalisende direkt auf den knöchernen Rippenschaft und nur spärliche Bälkchen entlasten zum Teil die Vereinigungsstelle zwischen Querplatte und oberem Corticalisende. Bei den noch im Wachstum begriffenen Rippen, bei denen das obere Corticalisende höher hinaufreicht als die Knorpelverkalkungsschicht, ist das letztere von der Kraftübertragung von der Epi- zur Diaphyse fast ausgeschaltet, darum dünn und zum Teil osteoid.

* * *

Vom Periost ist nichts Besonderes zu berichten.

* * *

Das Knochenmark ist das gleiche zellige wie in den mittleren Rippen, mit dem gleichen, sehr wechselnden Gehalt an Riesenzellen, aber die Gefäße sind entschieden spärlicher, wiewohl auch hier, nach oben zu, oft reichlicher als sonst und die Fettzellen viel häufiger (Fig. 1, *M*). Bei den mittleren Rippen waren Fettzellen nur in der Hälfte der Fälle nachweisbar, hier waren sie mit einer einzigen Ausnahme stets vorhanden, wiewohl bald reichlich, bald spärlich und einmal nach oben hin etwas reichlicher als sonst.

* * *

Das Osteoid muß in seiner Flächenausdehnung als verschwindend gering bezeichnet werden. War es schon in den mittleren Rippen selten anzutreffen, so ist es hier sehr selten zu sehen, manchmal fehlt es fast ganz, einmal war es nur an einer einzigen Stelle nachweisbar, einmal konnten in der ganzen Serie nur 7 Messungen ausgeführt werden. Von dieser Seltenheit abgesehen, war es noch am ehesten in der Corticalis anzutreffen, wo es eigentlich nur an der Endost- und Periostfläche vorkommt und nur zweimal hier überhaupt fehlte. Noch seltener ist es an den Spongiosabalken zu finden, wo es dreimal und am seltensten an der Querplatte, wo es viermal fehlte.

Die Dicke des Osteoids können wir an der Hand des Diagramms XII, Tafel IX studieren. Das erste, was uns hier im Vergleich mit dem Diagramm X der mittleren Rippen in die Augen springt, ist die geringe Dicke des Osteoids. Die Durchschnittszahlen desselben schwanken, wenn wir von den an letzter Stelle stehenden im Wachstum nicht mehr ruhenden Fällen 7 und 5 absehen, zwischen 1·3 und 2·5 μ gegen 2·7 und 6·3 μ der mittleren Rippen. Hier erreicht also das Maximum nicht einmal das Minimum der mittleren Rippen. Die Ursache dafür ist klar, sie liegt in der sehr verlangsamten Knochenapposition an diesen weder der Länge noch der Dicke nach wachsenden Rippen. Wir haben damit zu dem schon auf p. 40 und 41 [402 und 403] Mitgeteilten ein weiteres Illustrationsfaktum für die Tatsache gewonnen, daß die Dicke des Osteoids unter anderem auch vom Tempo der Knochenapposition abhängt, und zwar derart, daß Verlangsamung der letzteren mit einer Verschmälerung des Osteoids einhergeht. Die durchschnittliche Dicke des Osteoids in den verschiedenen Fällen schwankt von 1·3 bis 2·5 μ, also so wie bei den mittleren Rippen, um das Doppelte (vgl. Diagramm XII mit X), aber die Schwankung zwischen Durchschnitt, Maximum und Minimum im selben Falle ist deutlich geringer als bei den mittleren Rippen.

* * *

c) Über einige Wachstumserscheinungen an normalen Rippen.

Es sollen hier gewisse Wachstumserscheinungen der normalen Rippen geschildert werden, die sich zum Teil im Rahmen des enchondralen Längenwachstums, zum Teil im Rahmen des periostalen Dickenwachstums der Rippen abspielen und das Gemeinsame haben, daß sie gewissermaßen sprunghaft vor sich gehen und nicht so gleichmäßig, allmählich und unmerklich, wie wir es am Knochen für gewöhnlich erwarten und bisher geschildert haben.

Wir beginnen mit dem sprunghaften Längenwachstum. Was wir bisher kennen gelernt haben, das war die im Abschnitt *a* regulär und gleichmäßig vor sich gehende, das Längenwachstum des Knochens besorgende enchondrale Ossifikation und das im Abschnitt *b* geschilderte Zustandsbild ruhenden, abgeschlossenen Längenwachstums. Wir werden aber im folgenden sehen, daß, nachdem einmal die Rippe in einen Zustand gelangt ist, den wir als abgeschlossenes Längenwachstum ansehen dürfen, nun von neuem das Längenwachstum beginnt und in regulärer Weise vor sich geht. Die Rippe setzt also nicht kontinuierlich bis zu ihrem definitiv ausgewachsenen Zustande die enchondrale Ossifikation ununterbrochen fort, sondern diese sistiert, wohl nur gegen das Ende der Wachstumsperiode, zeitweise, die Rippe bekommt ganz das Aussehen wie beim abgeschlossenen Wachstum und dann hebt das Wachstum von neuem an. Ob dieses sprunghafte Längenwachstum sich mehrere Male wiederholt, ob es sich an jeder Rippe oder nur an den oberen ereignet und ob es sich in jedem Falle abspielt, läßt sich aus unserem Materiale nicht sagen. Wenn wir aber sehen, daß zum Beispiel das noch ganz junge Tier 6 (Gewicht 138 *g*) in seiner Rippe, auch wenn es eine obere ist, das Bild abgeschlossenen Längenwachstums darbietet, so ist es von vornherein klar, daß dieser Wachstumsabschluß bloß provisorischer Natur sein kann, denn das Tier hat ja bloß erst die halbe Größe des vollwüchsigen Tieres erreicht.

Wir erkennen das sprunghafte Längenwachstum an folgendem: In jedem Falle ruhenden Längenwachstums konnten wir feststellen, daß die knöcherne Querplatte hie und da eine ganz kleine Lücke aufwies, durch die ein Blutgefäß durch die Knochenplatte zum Knorpel gelangte. Dieser wurde aber vom Gefäß entweder gar nicht behelligt oder das Gefäß hat ausnahmsweise einmal eine oder einige Knorpelzellen samt der dazwischenliegenden Grundsubstanz abgebaut und so eine kleine Höhle erzeugt, in der es aber in der Regel zu keiner Osteoblasten- und Knochenbildung kommt. Aber in der oberen Rippe des Falles 7 war dies schon anders (Fig. 8). Hier sah man, daß die präparatorische Verkalkungszone wieder höher geworden ist, als sie bei ruhendem Längenwachstum sonst zu sein pflegt; daß die tieferen Anteile dieser Schicht (*c*) noch so kleinzellig sind, wie dies bei abgeschlossenem Längenwachstum immer der Fall ist, daß aber diese Schicht zu oberst mit neuen, großen Zellen (*p V*) ausgestattet worden ist, wie wir sie bei im Gang befindlicher enchondraler Ossifikation immer finden. Während bei ruhendem Wachstum der Höhe nach 1 bis 3 Zellen gezählt werden, zählt man hier 6 bis 8 Zellen. Die Knochenplatte (*d*) ist vielfach lückenhaft geworden (*e, h*), denn an vielen Stellen sind Markgefäße durch sie zum Knorpel vorgedrungen, dessen untere, kleinzellige, alte Schicht vorerst ausgiebig, wenn auch nur zum Teil abbauend (*e*), so daß der neue großzellige Knorpel ((*p V*) in direktem Kontakt mit dem Mark (*e*) tritt. In diesen Resorptionsräumen kann man auch schon Osteoblasten finden, aber zur Bildung von neuem Knochengewebe ist es hier noch nirgends gekommen. Wo aber auch jetzt noch der vaskuläre Abbau nicht platzgegriffen hat, da sieht man die Knochenplatte (*d*) und hart über ihr den kleinzelligen Knorpel und darüber erst den jungen großzelligen.

Bevor wir in der Weiterentwicklung des Vorganges fortschreiten, wollen wir noch die Frage beantworten, warum wir dieses Bild mit teilweisem Abbau und teilweiser Ruhe als eine nach vorläufiger Ruhepause sich wieder in Gang setzende enchondrale Ossifikation deuten und nicht als eine enchondrale Ossifikation, die sich anschickt, ins Ruhestadium überzugehen und die es schon fleckweise durchgeführt hat. Schon allein die Betrachtung des Knorpels genügt zur Entscheidung. Die Knorpelzellen sind bei fortschreitender enchondraler Ossifikation groß, bei ruhender klein. Ferner liegen in der präparatorischen Verkalkungszone die älteren Partien unten, die jüngeren oben. Im vorliegenden Falle

liegen zu oberst große, zu unterst kleine Zellen, ergo war früher Stillstand der enchondralen Ossifikation, jetzt ist diese wieder im Gange.

Wir gehen in der Schilderung des uns hier interessierenden Vorganges weiter und nehmen die obere Rippe des Falles 5 vor. Hier ist bereits auf der ganzen Linie die enchondrale Ossifikation von neuem in regstem Gange und es wäre überflüssig, sie zu schildern. Lägen nur einzelne Schnitte vor, so wäre nichts weiter Bemerkenswertes zu verzeichnen, aber in der Serie fand sich, allerdings nur in manchen Schnitten, folgendes Bild: Zu oberst gewöhnlicher, großzelliger, verkalkter Knorpel; nach unten anschließend, etwa 1 bis 3 Zellen hoch, die Kapseln aufgebrochen, aber die Grundsubstanz noch erhalten; noch tiefer eine 3 bis 6 Zellen hohe Schicht verkalkten, gar nicht abgebauten Knorpels mit kleinen Zellen, die, je tiefer, desto kleiner werden; und ganz zu unterst, diesem kleinzelligen Knorpel innigst mit scharfer globulärer Grenze angeschmiegt, ein Fragment der queren Knochenplatte. Nach dem Vorhergegangenen bedarf es nicht erst einer eingehenden Beweisführung, daß das soeben geschilderte, nur einen kleinen Teil des Rippenquerschnittes einnehmende Bild nicht anders zu deuten ist, als ein noch kleiner erhaltener Rest der aus der Ruheperiode stammenden knöchernen Querplatte samt kleinzelligem Knorpel darüber, während überall sonst die enchondrale Ossifikation in vollstem Gange ist. Es ist dies gegen den oben geschilderten Fall 7 ein sehr erheblicher Fortschritt.

Fast das Gleiche wie in der oberen Rippe des Falles 5 fand sich in zwei mittleren Rippen des Falles 1 und 2 und wir wollen nur kurz an der Hand der Fig. 3 (Fall 1) rekapitulieren. *p V* = der junge großzellige Knorpel, *e* = die Zone neu aufgenommener enchondraler Ossifikation, wobei es aber schon zur Bildung der primären Spongiosabalken (*p Sp*) gekommen ist, unten *d*, die Reste des kleinzelligen Knorpels auf dem Reste der knöcheren Schlußplatte *c* aufruhend. Das weitere Schicksal dieses Restes der Knochenplatte und des kleinzelligen Knorpels ist, soweit man bei der Ratte sieht, natürlich spurloser Abbau, und wenn dieser einmal vollzogen ist, dann ist es unmöglich zu sagen, ob hier je zuvor ein Stillstand im Längenwachstum bestanden hatte oder nicht.

Wir haben also gesehen, daß, wenn das Längenwachstum, nachdem es einmal abgeschlossen war, von neuem aufgenommen wird, dies nicht in der Weise vor sich geht, daß die knöcherne Querplatte von unten her zuerst ganz abgetragen wird, wie man vielleicht denken könnte. Da die Statik der Rippen nun einmal auf die Querplatte eingerichtet ist, wird diese vorläufig belassen und bloß durch Anlegung mehrerer Bohrkanäle die Wiederaufnahme der enchondralen Ossifikation oberhalb der Querplatte ermöglicht. So wird der Wechsel der Statik allmählich vollzogen und erst dann mit der endgültigen Abtragung der überflüssig gewordenen Querplatte begonnen.

Auch von der thyreoaplastischen Wachstumshemmung gibt Dieterle an, daß sie durch Schilddrüsenmedikation derart beseitigt wird, daß der Querbalken stehen bleibt, während oberhalb desselben die enchondrale Ossifikation wieder aufgenommen wird, und führt als Beweis den Fall von M. Mayer an, bei dem nach viermonatiger Schilddrüsendarreichung und einer Längenzunahme von 4 *cm* das Röntgenbild den Querbalken 1 *cm* hinter der Ossifikationslinie zeigte. Mit Recht hebt Dieterle hervor, daß dies Verhalten dafür spreche, daß der Querbalken nicht das Hindernis des Längenwachstums ist.

Mehrere quer übereinander gelegene Knochenscheiben in langen Röhrenknochen hat übrigens v. Rechlinghausen beschrieben. Sollte die mikroskopische Untersuchung dieser queren Knochenscheiben ergeben, daß sie an ihrer der Epiphyse zugewandten Fläche mit besonders kleinzelligem Knorpel belegt sind, so wird die Deutung dieser Erscheinung als mehrfach provisorisch eingestelltes und dann wieder aufgenommenes Längenwachstum als zulässig erscheinen.

* * *

Wir gehen zur Besprechung der sprunghaften Wachstumserscheinungen an der Corticalis über. Wäre der Gang des Knochenwachstums an der Rippe einfach der, daß sie am Knorpel der Länge nach, am Periost der Dicke nach wächst, so wäre hier nichts weiter hinzuzufügen. Die nähere Überlegung

zeigt aber, daß an dem Rippenschaft, solange das Körperwachstum anhält, immerfort Veränderungen vor sich gehen müssen, deren höchst kompliziertes Ineinanderspielen in einem einzelnen gegebenen Objekt das volle Verständnis des Vorganges fast unmöglich machen kann.

An was wir uns aber doch heranwagen dürfen, das ist die Besprechung einiger dieser Vorgänge für sich allein. Es kommt hier folgendes in Betracht: 1. Die junge knöcherne Rippe ist dünn, die alte dicker und diese Veränderung wird dadurch erzielt, daß die Corticalis an der Periostfläche apponiert, an der Endostfläche abgebaut wird, letzteres nicht in gleichem Grade wie ersteres, denn die Corticalisdicke ist ja beim alten Tier größer als beim jungen. Die Dickenzunahme der Rippe spielt sich aber nicht allein am knöchernen Schaft ab, sondern auch in der Ossifikationszone, denn die Breite (nicht Höhe) der Knorpelwucherungszone zum Beispiel, von Perichondrium zu Perichondrium gemessen, ist beim älteren Tier größer als beim jungen, und diesem Breitenwachstum des Knorpels muß auch der Schaft folgen.

2. Der Thoraxraum ist beim jungen Tier klein und wird mit dem Alter größer, so daß die ihn begrenzenden Rippen in zentrifugaler Richtung hinaus verlegt werden und dabei ihre Krümmung nach einem kleinen Radius in eine solche nach einem großen Radius übergeht. Durch einfaches Aufbiegen etwa der vorderen Rippenabschnitte läßt sich diese Formänderung der starren Rippe natürlich nicht erzielen, sondern nur durch einen Wachstums- und Umbauprozeß.

Bei der gebogenen Form der Rippe wird allein schon durch das Längenwachstum am hinteren und namentlich am vorderen Rippenende der Thoraxraum in sagittaler und querer Richtung vergrößert, denn bei diesem Längenwachstum entfernen sich die Rippenenden voneinander und der Scheitel der Rippenkrümmung entfernt sich von der Sagittalebene. Um aber die scharfe Krümmung der jugendlichen Rippe in die flache der alten zu verwandeln, ist, namentlich an den Rippenenden, Abbau an der pleuralen und Anbau an der pektoralen Periostfläche erforderlich. Damit aber bei diesem Umbau die Corticalis der pleuralen Seite nicht übermäßig dünn und die der pektoralen übermäßig dick wird, muß an der endostalen Corticalisfläche pleural An-, pektoral Abbau stattfinden. So sehen wir, wie komplex schon der eine Vorgang der Thoraxvergrößerung allein ist. Er wird im wesentlichen durch das Längenwachstum der Rippen besorgt und der Umbau ist nur zur Korrektion der Form erforderlich.

3. In der Querschnittebene der enchondralen Ossifikation, also an der Knochen-Knorpelgrenze, ist die Rippe dicker als der knöcherne und sogar der knorpelige Rippenschaft. Das hat zur Folge, daß die knöcherne Rippe bei der enchondralen Ossifikation zu dick angelegt wird und daß es so nötig wird, sie erst sekundär in den schmächtigen Zustand überzuführen. Dies geschieht so, daß subchondral die Corticalis an der Periostfläche abgebaut wird und damit sie dabei nicht völlig verschwinde, wird sie enostal angebaut. Die Ursache dafür aber, warum die Dicke der Rippe in der Zone der enchondralen Ossifikation größer ist als sonstwo, ist die, daß dieser Querschnitt ein Locus minoris resistentiae ist. Hier wird der Knorpel vaskulär zerstört und es gibt eine kurze Strecke, wo er auf die Grundsubstanzpfeiler reduziert ist, ohne daß diese noch einen Knochenanwurf hätten. Je mehr solche Pfeiler vorhanden sind, desto weniger belastet ist jeder einzelne, für viele Pfeiler gehört aber eine größere Querschnittfläche. Dies die statische Erklärung für die physiologische Verdickung an der Knochen-Knorpelgrenze.

Es genügt, zu versuchen, das Ineinanderspielen bloß dieser drei genannten Faktoren sich für einen Augenblick zu vergegenwärtigen um zu begreifen, daß es unendlich schwer, ja unmöglich sein kann, diesen Komplex von Vorgängen bis ins einzelne zu erfassen. Wenn wir aber doch zuweilen die gegebenen Bilder zu verstehen glauben, so haben wir es folgenden zwei Umständen zu verdanken. 1. Die Vorgänge spielen sich manchmal nicht alle auf einmal, sondern nacheinander ab, wodurch eine Zerlegung des Vorgangskomplexes zustande kommt; 2. erfolgt die Veränderung öfter nach einer Pause sprunghaft, dafür nachholend in größerem Ausmaß, wodurch der Prozeß als solcher unserer Wahrnehmung leichter zugänglich wird. Dieser letztere Punkt ist darum besonders bemerkenswert, weil er unserer Vorstellung von der Gleichmäßigkeit und darum Langsamkeit und Unmerklichkeit solcher Vorgänge entgegensteht.

Bevor wir dazu übergehen, das bisher Gesagte mit einigen Beispielen zu belegen, sollen zuerst zum besseren Verständnis derselben jene Eigenschaften genannt werden, an denen man unter Umständen mit

Leichtigkeit das junge vom alten Knochengewebe unterscheiden kann, wiewohl beide von reifer Struktur sind. Es ist kein Widerspruch, von einem jungen Knochengewebe reifer Struktur zu sprechen, denn wir gebrauchen hier den Ausdruck »Knochen von reifer Struktur« in dem Sinne, wie man an menschlichem Material von lamellärem Knochengewebe spricht, im Gegensatz zum geflechtartigen. Im jungen Knochengewebe färbt sich die kalkhaltige Grundsubstanz mehr blauviolett, im alten mehr rotviolett; die Knochenzellen sind im jungen Knochengewebe nicht zahlreicher, aber größer und haben einen größeren, helleren Kern; die Gefäßkanäle sind im jungen Knochengewebe zahlreicher und von häufig anzutreffenden Osteoidsäumen ausgekleidet, denen eventuell noch Osteoblasten anliegen, während Osteoid im alten Knochengewebe äußerst spärlich ist.

* * *

Wir beginnen mit einem Beispiel von sprunghafter Dickenzunahme des knöchernen Rippenschaftes. In Fig. 5 (Fall 4) sieht man nicht nur die alte Corticalis (*a C*) in ihrem Bau scharf von der jungen differenziert (*C, C, f*), sondern beide durch eine scharfe Linie voneinander abgesetzt, ein Zeichen, daß das Dickenwachstum der Rippe einige Zeit geruht haben muß, um dann ruckweise von neuem fortzuschreiten. Das Schicksal der alten Corticalis, vollständig abgebaut zu werden, ist im Spongiosabereich schon vollzogen, denn hier fehlt sie schon ganz und endet bei *d*. Daß aber der Abbau gerade hier schon so weit gediehen ist, kann entweder darauf beruhen, daß seinerzeit dieser Teil der alten Corticalis bei der Verschmächtigung der zu breit angelegten Rippe verloren ging oder darauf, daß hier auch der Rippenknorpel breiter geworden ist und das Dickenwachstum am oberen Schaftende dem rascher folgen mußte als in den entfernteren Teilen des Schaftes. Im ersteren Falle muß der Abbau sich von der periostalen, im letzteren von der enostalen Fläche aus vollzogen haben.

Ein weit exzessiveres Beispiel dieser Art ist Fig. 6 (Fall 6), wo die alte Corticalis (*a C*) von einem dicken Mantel der neuen (*n C*) eingehüllt ist und wo man direkt sieht, wie die bei *e* und *f* endende alte Rippe zu dünn geworden war, um die viel breiter gewordenen Knorpelschichten und die Spongiosa umfassen zu können. Hier ist also die Verdickung der knöchernen Rippe eine Folge der Knorpelverbreiterung und aus den im mikroskopischen Befunde des Falles erwähnten Gründen ist es viel wahrscheinlicher, daß hier der Schaft lange Zeit zu dünn blieb, als daß der Knorpel plötzlich dicker geworden wäre. Auf alle Fälle hat hier die junge periostale Auflagerung eine Disharmonie ausgeglichen, die zwischen der Dicke des Rippenknorpels und -knochens bestanden hat. Dieser Vorgang ist physiologisch und war im Falle 4 an allen untersuchten Rippen wahrnembar.

Daß mit der Breitenzunahme des knöchernen Rippenschaftes auch eine solche des Rippenknorpels, namentlich in der Ossifikationszone, Hand in Hand gehen muß, ist klar. Wie sehr der Knorpel dazu befähigt ist, eine solche Zunahme seiner Breite (von Perichondrium zu Perichondrium, nicht Höhe) auszuführen, sehen wir am besten bei der Rachitis. Ein Vergleich der Breite der Knorpelwucherungszone zum Beispiel des Rachitisfalles 20 (Fig. 16) mit der eines beliebigen normalen Falles (Fig. 4 bis 7) zeigt dies am besten.

* * *

Im Falle 1 und 7 hatten wir weiterhin Gelegenheit, Beispiele für die oben an zweiter Stelle genannte Wachstumskomponente kennen zu lernen, die mit der Thoraxvergrößerung in Zusammenhang steht. Der Fall 7 war darum von besonderem Interesse, weil, wie die dort gegebene Skizze zeigt, es klar war, daß den dem Thoraxwachstum dienenden Vorgängen eine allgemeine Rippenverdickung vorangegangen sein muß. Das, was zur Vergrößerung des Thorax gehört, der Abbau an der pleuralen Periost- und der pektoralen Endostfläche einerseits und der Anbau an der pleuralen Endost- und der pektoralen Pleurafläche andrerseits vollzieht sich hauptsächlich an dem das Längenwachstum besorgenden sternalen Rippenteile. Bezüglich der Einzelheiten des Vorganges muß auf den histologischen Befund und die Skizze p. 24 [386] verwiesen werden.

Daß bei der Vergrößerung des Thoraxraumes auch der knorpelige Teil der Rippen mit hinaus verlegt und nach einem größeren Radius gekrümmt werden muß, ist ganz klar, doch würde es zu weit führen, wollten wir auseinandersetzen, wie das geschieht und inwiefern dies harmonisch mit dem knöchernen Abschnitt der Rippe geschieht oder nicht.

Das Problem des Thoraxwachstums ist einigermaßen dem des Schädelwachstums ähnlich, worüber sich schon Virchow, Kölliker und Kassowitz dahin geäußert haben, daß die Vergrößerung der Schädelhöhle vor allem durch das Nahtwachstum erfolge, hingegen die Änderung der Knochenkrümmung und der Form der Schädelhöhle durch Abbau an der Innen- und Anbau an der Außenfläche.

Speziell das Verhalten der Rippe beim Thoraxwachstum hat an menschlichen Embryonen Steudener studiert und später hat noch Kassowitz den Vorgang in identischer Weise dargestellt und abgebildet. Steudener schildert, wie dem Abbau an der pleuralen Periostfläche zuerst die Corticalis der pleuralen Seite der ganzen Dicke nach zum Opfer fällt, weiterhin die ganze enchondrale Spongiosa und endlich auch die Corticalis der pektoralen Seite. Wenn trotzdem die Kontinuität des Knochens nicht unterbrochen wird, so ist das nur der auf der pektoralen Seite sich entwickelnden periostalen Auflagerung zu verdanken. Von per enchondralen Spongiosa aber bleibt am vorderen und hinteren Rippenende je ein kegelförmiges Stück erhalten, das durch Abbau an der pleuralen Fläche bloßliegt.

* * *

Wir eilen zum dritten Punkte, zur Verschmächtigung der in der Ossifikationszone zu dick angelegten knöchernen Rippe. Es sei hier daran erinnert, daß die Corticalis an ihrem obersten Ende die Spongiosa und die zwei unteren Knorpelschichten umgreifend, becherförmig zusammengebogen ist, bis in die Ossifikationsgrube hinaufreicht und unter dieser eine kleine Ausbuchtung zeigt, von der die Rippenoberfläche schief, und zwar knorpelwärts gegen die Ossifikationsgrube zu auf kurzer, knochenwärts auf langer Strecke abfällt. An der Periostfläche dieser letzteren Strecke, also etwa in Spongiosahöhe, spielt sich ein reger osteoklastischer Abbau der Corticalis ab, der die Verschmächtigung der Rippe zum Ziele hat.

Man sollte nun erwarten, daß diesem Abbau von außen ein enostaler Anbau stets so die Wage hält, daß bei diesem Vorgang die Corticalis ihre Dicke nicht ändert. Zum Teile mag es sich auch in der Tat so verhalten, zum Teile aber geht zeitweise der periostale Abbau vor sich, der enostale Anbau aber bleibt aus und die Folge davon ist, daß an dieser typischen Stelle die Corticalis völlig unterbrochen und die primäre Spongiosa bloßgelegt wird. Auf der Strecke von der Höhe der Ausbuchtung bis zur Ossifikationsgrube aber, also am obersten Ende selbst, fehlt die Corticalis aber nie. Diese zur Defektbildung führende Disharmonie zwischen An- und Abbau wird dann so ausgeglichen, daß die Räume zwischen den Bälkchen der bloßgelegten primären Spongiosa mit Knochengewebe ausgefüllt werden und damit wird, unter Mitverwendung der primären Spongiosabälkchen, der Defekt wieder geschlossen.

Weil aber die primären Spongiosabälkchen Knorpeleinschlüsse enthalten, so kommen diese in die Corticalis zu liegen und daß sie der Corticalis nicht von Haus aus gegeben, sondern entlehnt sind, kann man noch immer daran erkennen, daß diese Knorpeleinschlüsse auch jetzt noch in der Corticalis ebenso mehr oder weniger parallel zur Rippenachse liegen, wie seinerzeit im primären Spongiosabalken (Fig. 7, *d*). Es besteht hier also eine vollkommene Analogie mit den p. 34 [396] bei der sekundären Spongiosa geschilderten Verhältnissen. Ist aber einmal der Knorpeleinschluß in der Corticalis enthalten, so bleibt er da lange Zeit liegen, auch wenn diese Corticalisstelle infolge des fortschreitenden Längenwachstums der Rippe tief unter die Spongiosaschicht hinabgerückt ist.

Zu dem Gesagten müssen noch zwei Bemerkungen gemacht werden. Sowohl die Defektbildung als auch die Knorpeleinschlüsse der Corticalis fanden sich stets nur an der genannten typischen Stelle vor

und sind in den meisten Fällen gesehen worden; jedoch ist zum Zustandekommen der Knorpeleinschlüsse eine Defektbildung durchaus nicht nötig. Hält nämlich der Abbau der periostalen mit dem Anbau der enostalen Fläche zwischen den Spongiosabalken Schritt, so bekommen wir die Knorpeleinschlüsse ohne Defektbildung.

Ferner wäre, da die Verschmächtigung der Rippe ringsherum erfolgen sollte, eigentlich zu erwarten, daß die Knorpeleinschlüsse und Defektbildung ebenso häufig pleural als pektoral angetroffen werden. Das ist aber durchaus nicht der Fall. Die pleurale Seite dominiert ganz bedeutend (Fig. 7 *d*) und das wird wohl damit zusammenhängen, daß hier das Hinausverlegen der Rippe zum Zwecke der Thoraxvergrößerung mit hineinspielt. Dabei erfolgt nämlich ebenfalls ein Abbau an der Periostfläche, aber nur pleural und darum wird sich eben pleural der Abbau aus Thoraxvergrößerung und aus Verschmächtigung der Rippe summieren. Ferner dürfte bei dem Hinausverlegen des Rippenschaftes der Knorpel langsamer nachfolgen und etwas mehr pleuralwärts vorspringen. Was dann pleural aus dem Knorpel an Spongiosa hervorgeht, fällt natürlich der pleuralen Seite der Corticalis zu.

Hunter war der erste, der die Resorption an der Knochenoberfläche nahe den Gelenkenden und auch an anderen Stellen als jenen Vorgang erkannte, durch den während des Wachstums die typische Knochenform erhalten wird, und er nannte daher den Vorgang »modellierende Resorption«. Brullé und Hugueny bestätigen diese Angaben, aber erst Kölliker hat die modellierende Resorption monographisch bearbeitet. Er fand als erster, daß dabei das äußerste Corticalisende »die Endlamelle«, stets der Resorption entgeht, daß bei der Resorption nicht nur die Corticalis vollständig zerstört, sondern auch die Spongiosa bloßgelegt, partiell zerstört wird, sich aber wieder zur Compacta verdichtet, deren Genese durch die Knorpeleinschlüsse verraten wird. Speziell am vorderen Rippenende des Kalbes fand er je eine große Resorptionsfläche an der pleuralen und pektoralen Oberfläche und an der menschlichen Rippe des Neugeborenen nur eine solche an der pleuralen Seite.

Ein sehr interessantes Beispiel dafür, welche Folgen das Ausbleiben der modellierenden Resorption nach sich zieht, hat uns Lehnerdt kennen gelehrt. Er fand nämlich, daß Strontiumdarreichung neben anderen eingreifenden Veränderungen am Skelett auch noch speziell einen völligen Stillstand der lakunären Resorption zur Folge hat bei unbehindertem Längenwachstum. Es wachsen also die Rippen in die Länge, aber die modellierende Resorption bleibt aus. Es resultieren daraus Rippen, die an ihrem vorderen Ende auf eine lange Strecke zylindrisch verdickt sind und wie Patronen sich ausnehmen. Die verdickte Strecke ist jene, welche zur Zeit der Strontiumfütterung gewachsen war und durch das Fehlen der modellierenden Resorption in jener Dicke verharrte, in der sie bei der enchondralen Ossifikation angelegt worden war.

2. Rachitische Rippen.

A. Kasuistik.

Fall 9. Weiße, weibliche Ratte, 81 *g* schwer, mit gelben, opaken Nagezähnen, im Laboratoriumsstall aufgewachsen. 15 Tage vor der Tötung wurde dem Tier die rechte Fibula frakturiert. Am gleichen Tage ist dem Tiere der extraalveoläre Teil des linken unteren Nagezahns zur Hälfte und der des rechten unteren ganz abgebrochen, als das Tier beim Anfassen in die eiserne Zange biß. Die Operationswunde ist glatt geheilt. Bei der Obduktian wog das Tier 84 *g*, war kräftig, muskulös, gut genährt, die gelben, opaken Nagezähne waren in ihrer vollen Länge wieder ersetzt. Es fand sich kein Rosenkranz, aber 5 Rippenkallus. Die Ek. schienen nicht vergrößert, leuchteten aber weiß aus der rosaroten Schilddrüse heraus. Die Fibula war an der gebrochenen Stelle noch ganz deutlich beweglich.

Histologischer Befund: Das Material wurde 4 Tage in Müller entkalkt.

a) Der verkalkte Rippenknorpel ist dunkelblau, mit an Zahl wechselnden Querrissen versehen. Das Blau begrenzt sich gegen den ruhenden Knorpel scharf, gegen den seitlichen Rand unscharf und unter dem Perichondrium liegt eine Schicht hellrotvioletten Knorpels.

b) Der ruhende Knorpel ist durchschnittlich 388 μ, maximal 464 μ, minimal 288 μ hoch. In der rotvioletten, homogenen Grundsubstanz liegen axial große, helle Zellen mit rundem, hellem Kern, seitlich kleine, dunkle Zellen und hier, bald spärlicher, bald sehr reichlich violette Züge in der Grundsubstanz, welche für das junge Tier charakteristisch zu sein scheinen.

c) Die Knorpelwucherungszone ist durchschnittlich 150 μ, maximal 160 μ, minimal 144 μ hoch und enthält in der homogenen, hellblauvioletten Grundsubstanz kleine, dunkle, querspindelige Zellen, welche zu nach oben sehr deutlich zusammenstrebenden Säulen gruppiert sind. Die Totalform der Schicht ist die eines höheren Käppchens mit der Konvexität nach oben.

d) Die präparatorische Verkalkungszone ist durchschnittlich 173 μ, maximal 192 μ, minimal 160 μ hoch. Da die von unten in den Knorpel einschneidenden Buchten keine großen Unregelmäßigkeiten zeigen, ist die Höhe der Schicht wenig wechselnd und der Höhe nach liegen 6 bis 8 Zellen. Diese sind ganz besonders groß, das Protoplasma ganz hell, der Kern sehr groß und hell. Die von den Zellen gebildeten Säulen sind so breit geworden, daß sie sehr dicht zusammenstehen. Sie stehen parallel zur Rippenachse, die randständigen divergieren aber nach oben. Die auf schmale Streifen reduzierte Grundsubstanz ist in der oberen Hälfte der Schicht kalklos, in der unteren verkalkt, rein und satt blau und diese blaue Farbe ist am oberen Rande bald unscharf begrenzt, bald ganz scharf. In letzterem Falle kann man beim vorliegenden wie auch bei anderen Tieren bemerken, daß die Verkalkung zwischen den Zellen nicht nach allen Richtungen gleichmäßig fortschreitet, sondern in Form dünner Fäden, die am Querschnitt rundlich sind und bei Schrägschnitten in der bekannten Weise beim Drehen an der Mikrometerschraube ihren Platz wechseln. Am allerdunkelsten blau ist jedoch der verkalkte Knorpel dort, wo er in den primären Spongiosabälkchen den zentralen Einschluß bildet, eine Tatsache, die man oft auch in anderen Fällen feststellen kann.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Die enchondrale Ossifikation spielt sich eigentlich normal ab. Die Gefäße dringen in den Knorpel in ziemlich gerader Linie vor, haben an ihrem oberen Ende durchwegs kein Endothel und brechen überall die Knorpelkapsel auf. Die so in den Knorpel eingefressenen Markbuchten sind bald so schmal wie eine Zellsäule, bald so breit wie ihrer einige. Die zwischen den Buchten stehen gebliebenen Knorpelstücke enthalten nirgends unverbrauchte Knorpelzellen, höchstens Globuli ossei. Mit den Gefäßen kommen auch Osteoblasten in die Bucht, welche den Knochenanwurf erzeugen, der in den ein bis vier obersten aufgebrochenen Kapseln noch fehlt.

Aus diesem Prozeß resultiert eine gut ausgeprägte primäre Spongiosaschicht, deren parallel zur Rippenachse und dicht stehenden Bälkchen zentral Knorpel einschließen und außen infolge der dichten Stellung der Bälkchen bloß einen dünnen Knochenanwurf tragen. Dieser ist, obwohl mit Osteoblasten belegt, mit wenigen Ausnahmen frei von Osteoid, ein Verhalten, das ganz an die normalen Fälle erinnert. Die zwischem den Bälkchen befindlichen Markräume sind meist so eng, daß sie außer dem Gefäß und den Osteoblasten nur wenig Raum für etwas Bindegewebe lassen, das zwischen Gefäß und Osteoblastensaum liegt. Die Schicht ist durchschnittlich 126 μ hoch, maximal 255 μ, minimal 60 μ.

f) Die sekundäre Spongiosa weicht insofern von der Norm ab, als sie eine eigene Schicht bildet, die zum Teil viel höher ist als die primäre Spongiosa und die Bälkchen so zahlreich sind, daß ihrer stets mehrere in einem Schnitt liegene, während man in der normalen Rippe oft lange nach einem primären Spongiosabälkchen suchen muß. Sonst aber sind die Verhältnisse fast normal: Im Gegensatz zur primären Spongiosa enthalten die Bälkchen der sekundären keine Knorpeleinschlüsse mehr, stehen lockerer, sind dicker, nicht mehr parallel zur Rippenachse gestellt, sondern verraten Stützstrukturen. Zur Bewerkstelligung dieses Umbaues sind Osteoklasten in Tätigkeit, die nicht selten sind, stets dem unteren Ende der primären Spongiosabälkchen anliegen, ein rotes Protoplasma besitzen, aber von unscheinbarer Größe sind. Die Bälkchen sind der Hauptsache nach gut verkalkt, Osteoidsäume sind nicht gerade selten, aber lange nicht an jeder Bälkchenoberfläche zu sehen; Osteoblasten sind vorhanden, aber nieder, in den Markräumen zelliges Mark. Die sekundäre Spongiosa ist im Durchschnitt 462 μ hoch, maximal 675 μ, minimal 225 μ.

In jenen Rippen, in denen in einiger Entfernung von der Ossifikationsgrenze eine Fraktur mit stärkerer winkeliger Knickung nach außen im knöchernen Schaft liegt, macht sich diese Knickung an der Ossifikationsgrenze in folgender Weise geltend: Sekundär kam es nämlich auch an der Ossifikationsgrenze zu einer Abknickung, aber im entgegengesetzten Sinne, nach innen und die Stelle dieser Knickung liegt in der Schicht der sekundären Spongiosa. Dabei ist die Corticalis der pectoralen Seite (konkave Seite der Knickung) verdickt und die Spongiosa stützt sich innen hauptsächlich auf die pleurale Corticalis. Daß die Knickung gerade in der Schicht der sekundären Spongiosa sitzt, hängt mit ihrer größten Umbaufähigkeit, also der größten Anpassungsfähigkeit an die neue Gestalt zusammen, ferner auch damit, daß die Rippe, soweit sie knorpelig ist, also vom Rippenknorpel bis zur enchondralen Ossifikationsgrenze, elastisch ist, aber die äußere Form nicht sobald zu ändern vermag.

g) Die Corticalis ist auffallend dünn, aus reifem Knochengewebe aufgebaut, kompakt und mäßig von Gefäßkanälen durchzogen. Aber auch Osteoid findet sich in pathologischer Menge, insbesondere am oberen Corticalisende, das auf eine längere Strecke ganz kalklos ist, am Endost und in den Gefäßkanälen.

h) Das Periost ist ohne Besonderheiten.

i) Im rein zelligen Knochenmark sind die Zellen mit großem, hellem, rundem, gelapptem oder gelochtem Kern, nur etwas zahlreicher als die mit kleinem, dunklem Kern; die Riesenzellen sind recht reichlich und gut erhalten, die Gefäße etwas stärker gefüllt.

k) Das Osteoid ist am dicksten 1. im oberen Schaftende; an 2. Stelle ist die Corticalis und an 3. Stelle die sekundäre Spongiosa zu nennen, wo es noch immer etwas häufiger und dicker ist als normal. Die Kalkgrenze ist feinkörnig und nur selten erheblich verbreitert.

1. 10 Messungen,	24·5 μ	Durchschnitt,	32·5 μ	Maximum,	12·5 μ	Minimum.
2. 28	»	16·4 μ	»	45·0 μ	»	2·5 μ	»
3. 22	»	8·5 μ	»	22·5 μ	»	3·8 μ	»

* * *

Fall 10. Weiße, weibliche Ratte, 164 *g* schwer, von unbekannter Provenienz; es fand sich unter den Zuchttieren des Laboratoriumsstalles. Die Nagezähne waren intakt, gelb, aber ganz opak. 15 Tage vor der Tötung wurden dem Tiere beide Fibulae frakturiert. Der Wundverlauf ungestört. Bei der Obduktion wog das Tier nur noch 153 *g*, hat also 11 *g* abgenommen. Die Nagezähne sind nach wie vor gelb, opak, beide unteren zu kurz, beide oberen zu lang, ein Zustand, der schon am 9. Versuchstag konstatiert worden war. Es fand sich ein Rippenkallus. Die Ek. waren nur wenig vergrößert. Beide Fibulae waren noch ganz beweglich, die linke mehr als die rechte. Es bestand endlich ausgedehnte Pneumonie, welche die Gewichtsabnahme und den Umstand erklärt, daß das Tier stets schweren Atem hatte.

Histologischer Befund: Das Material wurde 3 Tage in Müller entkalkt.

a) Der verkalkte Rippenknorpel zeigt zahlreiche Quersprünge, enthält große Zellen und seine intensiv blaue Farbe zeigt überall eine unscharfe Begrenzung.

b) Der ruhende Knorpel ist im Durchschnitt 316 μ hoch, 432 μ im Maximum, 240 μ im Minimum. In seiner homogenen rotvioletten Grundsubstanz liegen axial große, helle Zellen, am Rande gegen die gering ausgebildeten Seitenausbuchtungen hin aber kleine, dunkle, blaue Zellen.

c) Die Knorpelwucherungsschicht ist 92 μ im Durchschnitt hoch, 112 μ im Maximum, 80 μ im Minimum. Ihre Gesamtform ist die einer flachen Kalotte. Die Grundsubstanz homogen, reichlich, blauviolett und die kleinen, dunklen, querspindeligen Zellen setzen Säulen zusammen, die nach oben deutlich konvergieren.

d) Die präparatorische Verkalkungsschicht beginnt oben fast ohne jeden Übergang in gerader Linie, während die untere Grenze unregelmäßig ist, da die in den Knorpel einschneidenden Markbuchten tief sind und dabei bald so schmal wie eine Zellsäule, bald so breit wie ihrer einige und zwischen den Buchten der stehengebliebenen Knorpel bald so schmal ist, daß er nur aus Grundsubstanz besteht, bald so breit, daß er einige Zellsäulen enthält. Die Schicht ist durchschnittlich 128 μ hoch, 288 μ maximal, 48 μ minimal. Der sehr große Unterschied zwischen Maximum und Minimum erklärt sich aus der Unregelmäßigkeit der unteren Grenze. Die Zellen sind alle von gleichem Aussehen, mittelgroß, rundlich-polygonal, ihre Kerne mäßig hell und rund, die Kapseln, aber auch das Protoplasma blau, letzteres nur in den tiefstgelegenen Zellen schön rot granuliert. Die Säulen parallel zur Rippenachse, dichtstehend. Die Grundsubstanz im Bereiche der oberen 2 bis 3 Zellschichten kalklos, sonst kalkhaltig, dabei die Grundsubstanzpfeiler zwischen zwei Zellsäulen manchmal in der Mitte ihrer Dicke einen kalklosen Streifen aufweisend. Die obere Kalkgrenze ist unscharf.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. In den schon oben erwähnten, in den Knorpel hineingefressenen primären Markbuchten liegt ein junges, zellreiches Bindegewebe mit einem oder mehreren Blutgefäßen und nie fehlenden, aber selten großen Osteoblasten. Der die Buchten begrenzende Knorpel zeigt am Buchtenrand eine konkav-globuläre Begrenzung von eröffneten und entleerten Kapseln. Dieses Verhalten deutet auf einen regulär stattgehabten vaskulären Knorpelabbau hin, der aber jetzt nicht mehr rege vor sich geht; man sieht nämlich in jedem Schnitt nur an ein bis zwei Stellen eine in eine Kapsel eingebrochene Kapillare, während die meisten Gefäße in den Buchten nicht nur ringsherum ein intaktes Endothel besitzen, sondern auch von Bindegewebe umgeben sind. Ausnahmsweise hat der Knorpel in engster Nachbarschaft der Bucht auf die Breite einer Zelle bei sonst intakter Beschaffenheit seine Basophile eingebüßt und an anderen Stellen sieht man manchmal trotz Eröffnung der Knorpelkapsel eine nackte Knorpelzelle stehengeblieben und das Bindegewebe berühren.

Wenn die zwischen den Buchten stehengebliebenen Knorpelstücke sehr breit sind, so enthalten sie entweder unverbrauchte Knorpelzellen oder diese sind schon durch knöcherne Globuli ersetzt. Die in den Buchten stets anwesenden Osteoblasten apponieren auf die Knorpelreste einen Knochenanwurf, der bald bis zur höchsten eröffneten Kapsel hinaufreicht, bald aber 3 bis 9 eröffnete Kapseln tiefer endet, so daß man von einer ausgesprochenen Verspätung der Knochenapposition reden kann.

Die aus der enchondralen Ossifikation resultierenden Bälkchen der primären Spongiosa sind recht breit, stehen in weiten Abständen voneinander, sind im ganzen spärlich und sehr verschieden hoch. Die Schicht ist durchschnittlich 144 μ, maximal 272 μ, minimal 80 μ hoch. Die Kalkverhältnisse dieses Knochenanwurfes sind sehr wechselnd. Bald ist er trotz bedeutender Dicke ganz kalklos, bald in dem globulären, dem Knorpel anliegenden Teile verkalkt, sonst kalklos, bald endlich in toto recht gut verkalkt. Die in die Bälkchen eingeschlossenen Knorpelinseln sind in der Regel ganz schwarzblau von der Verkalkung. Ausnahmsweise aber ist der Knorpeleinschluß kalklos und hebt sich trotzdem in der Farbe gut vom Knochengewebe ab, wenn dieses verkalkt ist. Manchmal endlich ist der Knorpeleinschluß von komplizierterem Aussehen, da er am Rande, wo unabgetragene Knorpelkapselreste liegen, kalklos, zwischen diesen aber also zentral, verkalkt ist und das gibt mit den kalkhaltigen Globuli und dem kalklosen übrigen Teile des Knochenanwurfes ein oft kompliziertes und zierlich detailreiches und in den Farben abwechslungsreiches Bild eines primären Spongiosabälkchens.

Die Markräume der primären Spongiosa sind meist breiter als die Bälkchen, enthalten vorwiegend Bindegewebe, manchmal kleine Anhäufungen von zelligem Mark und Osteoblasten fehlen auch nie, sind aber meist flach.

f) Die sekundäre Spongiosa ist im Durchschnitt 660 μ hoch, 800 μ maximal, 560 μ minimal. Sie geht oben ohne Grenze aus der primären Spongiosa hervor, besteht aus gleich schlanken Bälkchen, die schmäler sind als die Markräume, recht gut verkalkt sind, doch allenthalben auch pathologisch breite Osteoidsäume tragen, nach unten einen flach bogenförmigen Abschluß der Markhöhle erzeugen und dort langsam in die Corticalis übergehen. Die Markräume und die Osteoblasten verhalten sich genau wie in der primären Spongiosa.

g) Die Corticalis ist im allgemeinen recht dünn und gut verkalkt. Das meiste Osteoid findet sich auf der pektoralen Peri- und Endostfläche, aber auch in den Gefäßkanälen. Die Kalkgrenze ist pathologisch breit und grobkörnig. Die Corticalis ist bis zu ihrem oberen Ende in ihrer Selbständigkeit gut gewahrt, überall von gleichem Kalkgehalt, nur das

obere Corticalisende, welches stets bis zur oberen Grenze der Knorpelwucherungszone reicht, ist auf eine pathologische Länge, aber in mäßiger Dicke ganz kalklos.

h) Das Periost bietet keine Besonderheiten.

i) Im zelligen Knochenmark liegen spärliche Fettzellen. Die Zellen mit den großen, hellen, gelochten und gelappten Kernen überwiegen über die mit kleinen, dunklen Kernen. Die mäßig vielen Riesenzellen sind gut entwickelt.

k) Das Osteoid wurde an 4 Stellen gemessen: 1. primäre, 2. sekundäre Spongiosa, 3. Corticalis, 4. oberes Corticalisende.

1.	44	Messungen,	11·4 μ	Durchschnitt,	25·0 μ	Maximum,	5·0 μ Minimum.
2.	50	»	14·2 μ	»	37·5 μ	»	2·5 μ »
3.	46	»	29·6 μ	»	80·0 μ	»	8·0 μ »
4.	8	»	18·9 μ	»	36·0 μ	»	8·0 μ »

* * *

Fall 11. Weiße, weibliche Ratte, 165 *g* schwer, mit gelben, opaken Nagezähen, im Laboratoriumsstall aufgewachsen. 15 Tage vor der Tötung wurde die rechte Fibula frakturiert. Wundheilung per primam. Bei der Obduktion wog das Tier 160 *g*, war kräftig und gut genährt, die Nagezähne nach wie vor gelb, intakt, opak. Kein Rosenkranz. Nur ein Rippenkallus. Die Ek. weit über mittelgroß, weiß aus der roten Schilddrüse herausleuchtend. Die Bruchstelle der Fibula noch gänzlich beweglich, kaum durch einen schwachen, weichen Kallus zusammengehalten.

Histologischer Befund (Fig. 9): Das Material wurde 5 Tage in Müller entkalkt.

a) Der verkalkte Rippenknorpel (*vK*) hat im Zentrum eine dunkelrotviolette Farbe und viele quere Sprünge, in deren Bereiche die fibrilläre Struktur wie gewöhnlich durch Zerfaserung deutlich hervortritt. Die rein blaue Farbe der peripheren Schichten ist nach außen bald scharf, bald unscharf abgegrenzt. Die Zellen groß, hell, mit pyknotischen Kernen.

b) Der ruhende Knorpel (*rK*) ist durchschnittlich 418 μ hoch, 528 μ maximal, 272 μ minimal. Die Grundsubstanz homogen, rotviolett, die Zellen in den axialen Partien (*rK*) groß, hell und mit ebensolchen Kernen, in den wenig vortretenden seitlichen Ausbauchungen (*a*) kleiner, dunkler, mit oft stark blau gefärbtem Protoplasma.

c) Die Knorpelwucherungszone (*KW*) im Durchschnitt 101 μ hoch, 128 μ maximal, 80 μ minimal. Die Schicht hat eine bald linsenförmige, bald flach kalottenförmige Gestalt und ist überdies zuweilen im Sinne eines ganz flachen W verbogen (*KW*). In der homogenen, blauvioletten Grundsubstanz liegen die nach oben deutlich zusammenstrebenden Säulen, die aus dunklen, kleinen, querspindeligen Zellen aufgebaut sind.

d) Die präparatorische Verkalkungszone (*k—p V*, *k+p V*) ist durchschnittlich 227 μ hoch, 448 μ im Maximum, 80 μ im Minimum, also mäßig pathologisch verdickt. Sie besteht aus dicht zusammen- und parallel zur Rippenachse stehenden Säulen, in denen die Zellen zumeist ganz groß und hell sind, mit großen, lichten, runden Kernen. Nach unten zu haben aber die Knorpelzellen manchmal ein homogenes, dichtes, sattrotes Protoplasma. Die Schicht geht oben aus der vorhergehenden fast ohne jeden Übergang hervor und darum ist hier die Grenze scharf ebenmäßig. Die untere Grenze ist aber höchst unregelmäßig, denn breite Markschichten schneiden von unten sehr tief in die Schicht ein und lassen zwischen sich wieder breite Knorpelmassen stehen. Daher kommt es, daß die sonst pathologische Schichthöhe stellenweise bis zu normalen Werten herabsinkt.

Bezüglich der Knorpelverkalkung müssen zwei Schichten unterschieden werden, eine obere kalklose und eine untere kalkhaltige. Die obere fehlt nie (*k—p V*), ist 1 bis 16 Zellen hoch und kann im axialen Teile die ganze Höhe der Schicht einnehmen (*b*). An solchen Stellen zeigen die Zellen aber regressive Erscheinungen, nämlich grobwabige Beschaffenheit des Protoplasmas und pyknotische Kerne. Die kalkhaltige Schicht spielt im allgemeinen eine größere Rolle (*k+p V*), wegen ihres zackig ausgefressenen unteren Randes aber variiert ihre Höhe ebenfalls sehr, von 1 bis 17 Zellen Höhe; axial kann sie gelegentlich ganz fehlen oder mitten in ihrer Dicke eine kalklose Partie einschließen. Der Kalkgehalt der Grundsubstanz ist sehr bedeutend, ihre Farbe schwarzblau und die obere Kalkgrenze bald linear scharf, wie so oft bei Rachitis, bald unscharf, wie meist in der Norm.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Die in den Knorpel vordringenden Markbuchten sind bald so schmal wie eine Zellsäule, bald so breit wie mehrere Zellsäulen. Im letzteren Falle wird im Bereiche einer solchen großen Bucht auch alle Zwischensubstanz zwischen den Säulen abgetragen, dafür bleiben zwischen zwei Buchten auch breite, meist verkalkte, seltener kalklose, unverbrauchte Knorpelmassen stehen, die in letzterem Falle den Typus des Sinterknorpels annehmen, dessen Zellen noch atrophische Kerne aufweisen. Dieser hat nicht konkav-, sondern konvexbuchtige Seitengrenzen. In den Markbuchten liegt der Hauptmasse nach junges, an großen, hellen, spindeligen Zellen reiches Bindegewebe und darin am Ende der Bucht ein oder einige Blutgefäße, deren Endothel meist ringsherum intakt, nur manchmal defekt ist, so daß freies Blut in die Knorpelkapseln dringt.

Der vaskuläre Abbau ist also nicht sehr rege. Die in der Bucht nachrückenden Osteoblasten sind meist nieder, manchmal aber auch kubisch und der Knochenanwurf stellt sich etwas verspätet ein, denn vielfach bleibt der herausgearbeitete Knorpel 2 bis 5 Zellen frei von demselben. Während ferner dieser erste Knochenanwurf normaliter kaum einen Osteoidsaum zu verraten pflegt, ist er hier trotz oft bedeutender Dicke auf längere Strecken ganz kalklos.

Die primäre Spongiosa (*p Sp*) tritt als eigene Schicht absolut nicht in jener Klarheit hervor wir in normalen Fällen; ihre Bälkchen sind wohl in jedem Schnitt vorhanden (*p Sp*), aber zu spärlich, ihre Länge gering, wenn auch wechselnd, die Stellung oft schief. Nach unten zu ist ihre Verkalkung recht gut.

f) Die sekundäre Spongiosa (*s Sp*) ist durchschnittlich 1200 μ hoch, maximal 1400 μ, minimal 1000 μ. Das Verhalten steht in vielen Punkten in der Mitte zwischen schwerer Rachitis und normalem Bilde. Die Schicht ist höher und die Bälkchen zahlreicher als in der normalen Rippe, in der man nach einem Schnitt mit einem schönen, sekundären Spongiosabälkchen oft suchen muß. Ferner sind die Bälkchen lang und schmal, recht gut verkalkt, bilden eine lockere Spongiosa, die in sinnfälliger Weise Stützstruktur aufweist (*O*), alles also wie normal; doch fehlen im Gegensatz zur Norm die Osteoidsäume (*O*) selten, wenn sie auch schmäler sind als bei schwerer Rachitis. Das Knochengewebe ist von reifer Struktur, enthält auch Kittlinien. Die Einhüllung der Bälkchen mit wenn auch schmalen fibrösen Streifen (*c*) ist typisch für Rachitis. Die Markräume (*d*) enthalten im übrigen zelliges Mark. Die an die Corticalis inserierende Spongiosa verwischt die Selbständigkeit der ersteren gar nicht (*e*).

g) Die Corticalis (*C*) besteht aus reifem Knochengewebe, ist nirgends porös, enthält viele Kittlinien und recht viel Kalk. Das Osteoid ist aber auch recht ansehnlich, mit einer schönen, grob krümeligen Übergangszone. Am dicksten ist das Osteoid auf der pektoralen Periost- (*f*), an der pleuralen Endostseite (*g*) und pathologisch dick auch am oberen Corticalisende (*h*). In der Höhe, wo die primäre Spongiosa in die sekundäre übergeht, kann aber die Corticalis auf eine kurze Strecke auch ganz kalklos sein.

h) Das Periost zeigt keine Besonderheiten.

i) Das Mark ist ausschließlich zellig; darin finden sich neben Zellen mit großen, hellen, einfachen, gelappten und gelochten Kernen auch solche mit kleinem, dunklem Kern. Die Riesenzellen und Gefäße normal.

k) Das Osteoid pflegt, namentlich im Schaft, eine breite, grobkrümelige Übergangszone aufzuweisen. Wenn die subperiostale Osteoidauflagerung des Schaftes zu verkalken beginnt, so geschieht dies nicht da, wo man es erwarten würde, nämlich im tiefsten Teile, wo die Kittlinie das Osteoid vom kalkhaltigen Schaft trennt, sondern mitten in der Dicke der Osteoidmasse, ein Verhalten, auf das Pommer aufmerksam machte. In dem verkalkten blauen Knochen bleiben die Sharpey'schen Fasern kalklos, rot und stechen darum besonders hervor. Ihr Verlauf entspricht dann nicht immer einer Verlängerung der inserierenden Muskelfasern, sondern ist oft dazu senkrecht. Es sind folgende Messungen der Osteoidsäume vorgenommen worden: 1. An der Corticalis, wo sie am dicksten sind und sehr oft vorkommen. 2. Für sich gemessen wurden jene Stellen, an denen die Corticalis ganz kalklos ist; die Zahlen wurden halbiert und stimmen mit den ersten gut überein. 3. Am oberen Schaftende. 4. An der primären Spongiosa, wo noch ganz kalklose Beläge gemessen wurden. 5. An der sekundären Spongiosa ist das Osteoid am dünnsten, aber sehr häufig.

1.	41	Messungen,	51·4 μ	Durchschnitt,	160·0 μ	Maximum,	2·5 μ Minimum.
2.	5	»	50·0 μ	»	175·0 μ	»	3·7 μ »
3.	6	»	27·9 μ	»	37·5 μ	»	17·5 μ »
4.	25	»	19·7 μ	»	27·5 μ	»	5·0 μ »
5.	30	»	9·3 μ	»	20·0 μ	»	2·5 μ »

* * *

Fall 12. Weiße männliche Ratte, 250 *g* schwer, mit gelben, opaken Nagezähnen, im Laboratoriumsstall aufgewachsen. 15 Tage vor der Tötung wurde die rechte Fibula frakturiert. Die Wundheilung erfolgte per primam. Bei der Obduktion wog das Tier 244 *g*, war groß, kräftig, muskulös und gut genährt; die Nagezähne gelb, opak, kräftig, intakt. Die Ek. waren übermittelgroß, die Rippen frei von Spontanfrakturen. Die Bruchstelle der Fibula elastisch und nicht mehr viel beweglich.

Histologischer Befund (Fig. 10). Das Material wurde 7 Tage in Müller entkalkt.

a) Der verkalkte Rippenknorpel (*vK*) zeigt nichts von der Norm abweichendes; er ist zentral sehr dunkel, rotviolet, gefärbt und von vielen Querspalten durchzogen, peripher rein dunkelblau und diese Farbe hat nach außen bald eine linear scharfe, bald eine ganz unscharfe Begrenzung und kann fast bis zum Perichondrium reichen. Die Zellen stehen dicht, sind groß, haben pyknotische Kerne und ein helles Protoplasma.

b) Der ruhende Knorpel (*rK*) ist durchschnittlich 320 μ hoch, 362 μ im Maximum, 264 μ im Minimum. In der reichlichen, homogenen, rotvioletten Grundsubstanz liegen nahe dem verkalkten Knorpel bei *rK* große, helle Zellen mit hellem Kern, sonst sind die Zellen klein, mit hellem Kern und rein dunkelblauem Protoplasma. Die seitlichen Ausbuchtungen (*a*) treten wenig hervor.

c) Die Knorpelwucherungszone (*KW*) ist im Durchschnitt 140 μ hoch, 154 μ im Maximum, 128 μ im Minimum, also normal hoch. Ihre Gesamtform ist flach linsenförmig (Fig. 10), manchmal auch plankonvex, mit der Konvexität nach oben. Die Grundsubstanz reichlich homogen, bläulichviolett, die Zellen klein, dunkel, spindelig, querliegend und zu Säulen gruppiert, die deutlich nach oben zusammenstreben. Die Farbe der Grundsubstanzseptchen zwischen den Zellen ist dunkler als zwischen den Zellsäulen.

d) Die präparatorische Verkalkungszone (*pV*) geht aus der vorhergehenden fast ohne jeden Übergang hervor. Sie ist im Durchschnitt 88·8 μ hoch, maximal 176 μ, minimal 48 μ. Die Zellen werden sehr groß und hell, platten sich polygonal ab und bedingen eine so starke Verbreiterung der Säulen, daß die Grundsubstanz zwischen den letzteren so schmal wird, wie zwischen den Zellen in den Säulen. Dadurch wird die Säulenstruktur nicht ganz aufgehoben, sondern etwas weniger deutlich. Die Säulen stehen parallel zur Rippenachse. Begegnet man aber ausnahmsweise etwas reichlicherer Grundsubstanz, so ist sie schleimig degeneriert, blau und längsgefasert. Das Aussehen der Knorpelzellen ist überall gleichförmig, überall das Protoplasma und die Kerne groß und ganz hell.

Bezüglich des Kalkgehaltes der Grundsubstanz müssen zwei Schichten streng unterschieden werden. Die obere kalklose (*k—pV*) ist bald höher, bald niederer als die untere kalkhaltige (*k+pV*), blaue und kann auf eine ganz kurze Strecke auch fehlen. Der Höhe nach kann man in der oberen 1 bis 5, in der unteren 1 bis 7 Zellen zählen. Die obere ist nach

18 Messungen 44 μ im Durchschnitt hoch, 80 μ maximal, 16 μ minimal.

Die untere ist nach

18 Messungen 48·8 μ im Durchschnitt hoch, 96 μ maximal, 32 μ minimal.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Die enchondrale Ossifikation ist weder rege noch ganz normal. Die in dem Knorpel vorgeschobenen Markbuchten sind nur selten so schmal, daß sie in einer einzigen Zellsäule vordringen, meist so breit, daß ihnen eine große Anzahl von Zellsäulen samt den dazwischen liegenden Grundsubstanzpfeilern zum Opfer fällt. Zwischen je zwei solchen vorgeschobenen Markbuchten liegt aber auch ein sehr breites und bis zu 8 Zellen hohes Knorpelmassiv, in dem zuweilen die Knorpelzellen durch Globuli ossei ersetzt sind, während die Grundsubstanz unverbraucht erhalten ist. Diese Markbuchten enthalten der Hauptsache nach ein junges horizontal geschichtetes, an großen, hellen Zellen reiches Bindegewebe und erst am obersten, blinden Ende Blutkapillaren, die rings herum meist nicht nur ihr intaktes Endothel, sondern auch Bindegewebe aufweisen, so daß also von einem im Gange befindlichen vaskulären Abbau nicht die Rede sein kann. Nur manchmal wird das Gefäß wandlos und der vaskuläre Knorpelabbau geht vor sich. So wie dieser träge ist, so träge ist auch die folgende Ossifikation. Nur manchmal bekommt die Markbucht einen Osteoblastensaum und darum sehen wir oft ein durch vaskulären Abbau bloßgelegtes, 8 Zellen hohes Stück Knorpel, ohne daß sich auf ihm ein Knochenanwurf eingestellt hätte. An solchen Stellen sind diese Stücke verkalkten Knorpels das einzige Bindeglied zwischen knöcherner und knorpeliger Rippe. Ein andermal ist mit Ausnahme nur der zwei obersten aufgebrochenen Kapseln der Knochenanwurf vorhanden, während er weiter unten nie fehlt. Damit ist das primäre Spongiosabälkchen fertig.

Die primäre Spongiosa (*pSp*) bildet eine wohl ausgeprägte Schicht von 660 μ durchschnittlicher, 800 μ maximaler, 500 μ minimaler Höhe. Bei dieser Messung wurden die Bälkchen nur so weit als zur primären Spongiosa gehörend gerechnet, als sie den zentralen Knorpeleinschluß enthalten. Die Bälkchen sind schlank, schmäler als die Markräume. Das Knochengewebe hat reifen Charakter und trägt in der Regel einen, wenn auch nur mäßig pathologisch breiten Osteoidsaum. Jedes Bälkchen ist von einer fibrößen Hülle umgeben und zwischen Binde- und Knochengewebe liegen oft schöne basophile Osteoblasten mit hellem Protoplasmafleck. Die engen Markräume enthalten nur fibröses und die nach unten immer größer werdenden überdies auch zentral zelliges Mark.

f) Sekundäre Spongiosa (*sSp*). Der Übergang von der primären zur sekundären Spongiosa ist ganz allmählich und beide zusammen formieren eine sehr hohe Spongiosamasse, die das Knocheninnere ganz ausfüllt und in deren Bereich der Knochen in ganz mäßigem Grade aufgetrieben ist, um nach unten fast unmerklich in den knöchernen Rippenschaft überzugehen. Die sekundäre Spongiosa ist durchschnittlich 3366 μ hoch, 4300 μ maximal, 2100 μ minimal. Je mehr wir in der Schicht abwärtssteigen, desto lockerer stehen die Bälkchen, desto dicker werden sie und desto größer die Markräume. Endlich beginnt die Spongiosa zn dehiszieren und sich der Corticalis anzunähern und anzulegen und die sehr groß gewordenen Markräume vereinigen sich mit der großen Markhöhle. Die fibröse Hülle um die Bälkchen (*b*) und das zentrale zellige Mark (*c*) sind hier wie im Falle 20 zu sehen, aber die Osteoblasten fehlen meist. Die Osteoidsäume (*O*) werden spärlich und hören ganz auf. Das Knochengewebe ist von reifem Bau und enthält viele Kittlinien; Osteoklasten sieht man aber nicht.

g) Die Corticalis (*C*) ist im Schaftbereich normal dick, mit pathologisch vielen, lakunär begrenzten, fibröses Mark enthaltenden Resorptionsräumen. Im Spongiosabereich behält sie ihre volle Selbständigkeit bei (C_1) wird nur dünner und von Strecke zu Strecke inseriert ein Spongiosabälkchen. Auf der pleuralen Seite gibt es zuweilen, wie in normalen Fällen, Diskontinuitäten mit Bloßlegung primärer Spongiosabälkchen. Das obere Corticalisende reicht einmal bis ins Niveau der präparatorischen Knorpelverkalkung, ein andermal bis in das der Knorpelwucherungszone und die Spitze selbst ist oft osteoid (*e*). Im übrigen spielt das Osteoid in der Corticalis eine geringe Rolle. Am häufigsten und dicksten ist es auf der pektoralen (*f*), am seltensten auf der pleuralen Periostfläche; am Endost ist es stets geringfügig (*d*). Die Kalkgrenze ist nur manchmal grobkörnig. Der kalkhaltige Knochen hat reifen Gewebscharakter, enthält viele Kittlinien und im pektoralen Teil auch viele kalklose, also rote Sharpey'sche Fasern.

h) Periost ohne pathoiogischen Befund.

i) Knochenmark rein zellig (*zM*), die Riesenzellen mäßig viel und wohlerhalten, die Zellen mit den großen, hellen, gelappten oder gelochten Kernen prävalieren und sind zum Teil eosinophil granuliert, die mit kleinen dunklen Kernen sind in der Minorität.

k) Osteoid. Die für diesen Fall charakteristische Eigenschaft des Osteoids ist, daß seine Dicke nur wenig pathologisch vermehrt, zweimal größer als das normale Maximum ist, dafür aber ist es sehr häufig anzutreffen. Wiewohl es in den primären und den oberen Teilen der sekundären Spongiosa am meisten, in der Corticalis schon weniger vorkommt, sind die Unterschiede zu gering und die Maße wurden zusammengerechnet. 27 Messungen, 12 μ Durchschnitt, 27·5 μ Maximum, 4·3 μ Minimum. Das Osteoid des oberen Schaftendes, das sechsmal gemessen wurde, ergab einen Durchschnitt von 15 μ, ein Maximum von 17·5 μ und ein Minimum von 10 μ.

* * *

Fall 13. Weiße, männliche Ratte, 139 *g* schwer, mit gelben, opaken Nagezähnen, im Laboratoriumsstall aufgewachsen. 15 Tage vor der Tötung wird die rechte Fibula frakturiert und am gleichen Tage brechen dem Tiere die Spitzen beider unteren Nagezähne ab, als es in die es anfassende Zange hineinbeißt. Der Wundverlauf war ungestört. Bei der Obduktion wog das Tier 143 *g*, hat also etwas zugenommen. Es war sehr muskulös und gut genährt, die Nagezähne nach wie vor gelb, opak, und die unteren Nagezähne schon wieder normal lang und zugespitzt. Es bestand ein geringer Rosenkranz und es fanden sich 13 größere und kleinere Rippenkallus. Die Epithelkörperchen waren mittelgroß, aber sie leuchteten weiß aus der roten Schilddrüse heraus.

Histologischer Befund. Das Material wurde 5 Tage in Müller entkalkt, einzelne kallusführende Stücke der rückwärtigen Rippenabschnitte aber 7 Tage.

a) Der verkalkte Rippenknorpel zeigt wie gewöhnlich viele quere Risse, eine dunkelblaue Farbe, die unscharf begrenzt ist und oft bis ans Perichondrium heranreicht.

b) Der ruhende Knorpel ist 288 μ im Durchschnitt, 400 μ maximal, 176 μ minimal hoch und hat nur geringe seitliche Ausbuchtungen. In der homogenen, rotvioletten Grundsubstanz liegen axial große, helle Zellen mit großen, runden hellen Kernen, marginal kleine, dunkle Zellen, deren Protoplasma zuweilen ganz dunkelblau ist und außerdem verschieden zahlreiche basophile Züge, die sogar zu einer so dichten Masse zusammentreten können, daß die Grundsubstanz davon violett wird.

c) Die Knorpelwucherungsschicht ist durchschnittlich 105 μ hoch, maximal 112 μ, minimal 96 μ. Sie hat im ganzen eine flach kappenförmige Gestalt und bietet nichts besonderes. In ihrer blauvioletten homogenen Grundsubstanz liegen die kleinen, dunklen, querspindeligen Zellen, die zu schön nach oben zusammenstrebenden Säulen gruppiert sind.

d) Die präparatorische Verkalkungszone ist durchschnittlich 105 μ hoch, maximal 176 μ, minimal 48 μ. Diese große Differenz von Maximum und Minimum kommt davon, daß die Schichthöhe nicht nur in verschiedenen, sondern in ein und derselben Rippe wechselt, denn die obere Schichtgrenze ist zwar ebenmäßig, die untere aber durch verschieden tief einschneidende Markbuchten bald 3, bald 8 Zellen hoch. Die großen, hellen, polygonalen Zellen mit den großen, ganz lichten Kernen bilden parallel zur Rippenachse dicht zusammenstehende Säulen. Die Grundsubstanz ist etwa in der oberen Schichthälfte kalklos, in der unteren dunkelblau verkalkt und selbst da findet man manchmal zwischen zwei Zellsäulen den Grundsubstanzpfeiler in der Mitte seiner Dicke in Form eines schmalen Streifchens kalklos.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Die in den Knorpel von unten einschneidenden Markbuchten sind bald seicht, bald tief, meist so breit wie einige, selten so schmal wie eine Zellsäule und das zwischen den Buchten herausgearbeitete Knorpelgewebe besteht meist bloß aus einem schmalen Streifchen Grundsubstanz; seltener stellt es ein breites Stück unverbrauchten Knorpels mit Zellen dar. Der Inhalt der Buchten besteht aus einem jungen Bindegewebe mit großen, hellen, ovalen Zellen, manchmal sogar schon mit einer Ansammlung zelligen Markes und einem oder einigen wenigen Blutgefäßen, die in der Regel gegen den Knorpel hin keine Endothelauskleidung besitzen, Kapseln aufbrechen und sie mit Blut ausfüllen. Selten hat das Gefäß nicht nur rings herum sein Endothel, sondern ist auch ringsherum von Bindegewebe umgeben, so daß nur an diesen wenigen Stellen der vaskuläre Knorpelabbau ruht. Die mit dem Bindegewebe nachrückenden Osteoblasten apponieren in die von oben gerechnet zweite spätestens vierte aufgebrochene Knorpelkapsel Knochengewebe, das, obwohl oft recht dick, auf eine lange Strecke kalklos bleibt, um erst tiefer unten gegen die sekundäre Spongiosa zu langsam Kalk aufzunehmen.

Die so entstandenen Bälkchen der primären Spongiosa liegen in jedem Schnitt in mehreren Exemplaren vor, stehen ungefähr parallel zur Rippenachse, enthalten im Zentrum den typischen, homogenen, dunkelblauen Knorpeleinschluß und setzen eine wohl charakterisierte, hauptsächlich osteoide Schicht zusammen, deren Höhe im Durchschnitt 126 μ beträgt, maximal 195 μ, minimal 60 μ.

f) Die sekundäre Spongiosa hat eine pathologische, wenn auch nicht maximale Höhe von durchschnittlich 1200 μ, maximal 1800 μ und minimal 700 μ. Sie geht oben kontinuierlich aus der primären Spongiosa hervor, besteht aus schmächtigen Bälkchen, die stets schmäler sind als die zwischen ihnen liegenden, zelliges Mark führenden Räume, nach unten gegen die große Markhöhle dehiszieren und seitlich an die Corticalis inserieren, deren Selbständigkeit dabei nicht leidet. Die Bälkchen sind nur ausnahmsweise von einer dünnen Bindegewebshülle umgeben, manchmal noch von Osteoblasten umsäumt und aus Knochengewebe von reicher Struktur aufgebaut. Das Osteoid ist recht breit, fehlt fast an keinem Bälkchen und macht etwa ein Drittel der ganzen Balkendicke aus.

g) Die Coricalis besteht aus reifem Knochengewebe und trägt auf den endostalen Flächen reichlich, auf den periostalen fast gar kein Osteoid. An Stellen, wo ein Gefäß durch die Corticalis zieht, kann diese ihrer ganzen Dicke nach kalklos sein. Das obere Corticalisende ist oft auf eine längere Strecke ganz kalklos.

h) Das Periost ohne Besonderheiten.

i) In dem ausschließlich zelligen Knochenmark überwiegen die Zellen mit den großen, runden, gelappten oder gelochten Kernen bei weitem, die mit kleinen, dunklen Kernen sind viel spärlicher, die Riesenzellen mäßig zahlreich, die Gefäße oft gut gefüllt.

k) Das Osteoid wurde für sich an der 1. primären, 2. sekundären Spongiosa, 3. dem Schaft und 4. dem oberen Corticalisende gemessen.

1. 39 Messungen, 16·0 μ Durchschnitt, 37·5 μ Maximum, 5·0 μ Minimum.
2. 30 » 17·3 μ » 27·5 μ » 5·0 μ »
3. 25 » 26·8 μ » 62·5 μ » 2·5 μ »
4. 10 » 26·3 μ » 62·5 μ » 7·5 μ »

* * *

Fall 14. Weiße, weibliche Ratte, 164 *g* schwer, die Nagezähne gelb, intakt, aber ganz opak. Die Provenienz des Tieres konnte nicht ermittelt werden, es wurde unter den Zuchttieren des Laboratoriumsstalles vorgefunden. 15 Tage vor der Tötung wurden dem Tiere beide Fibulae frakturiert und dabei die Fragmente rechts gut, links absichtlich schlecht adaptiert. Bei der Obduktion wog das Tier 171 *g*, hat also etwas zugenommen. Die Nagezähne nach wie vor gelb, opak, intakt, die unteren in gleicher Höhe mit weißen Querstreifen versehen. Die Rippen waren frei von Spontanfrakturen, das rechte Ek. schien mäßig, das linke stärker vergrößert, die Frakturstelle beider Fibulae noch ganz beweglich.

Histologischer Befund. Das Material wurde 2 Tage in Müller entkalkt.

a) Der verkalkte Rippenknorpel hat viele Querrisse, ist intensiv blau und diese blaue Farbe ist bald scharf, bald unscharf nach außen begrenzt.

b) Der ruhende Knorpel ist durchschnittlich 308 μ hoch, 336 μ maximal, 256 μ minimal. In der homogenen, reichlichen, rotvioletten Grundsubstanz liegen große, helle Zellen mit rundem, hellem, großem Kern. Nur nahe den lateralen Ausbauchungen sind die Zellen kleiner, dunkler und manchmal ganz blau.

c) Die Knorpelwucherungszone ist im Durchschnitt 96 μ hoch, 112 μ maximal, 80 μ minimal. Die Gesamtform der Schicht ist flach kalottenförmig, die Grundsubstanz reichlich, homogen, blauviolett und die kleinen, dunklen, querspindeligen Zellen formieren nach oben zusammenstrebende Säulen.

d) Die präparatorische Verkalkungszone ist im Durchschnitt 108 μ hoch, maximal 144 μ, minimal 64 μ. Die Schicht beginnt oben in einer geraden Linie fast ohne jeden Übergang und da die untere Grenze nicht besonders tiefbuchtig ist, ist auch die Schichthöhe nicht stark wechselnd. Die Zellen sind hell und groß, aber doch kleiner als in anderen Fällen und die von ihnen zusammengesetzten Säulen stehen sehr dicht zusammen und parallel zur Rippenachse. Die Zellen haben einen runden, nicht sehr hellen Kern und sind in allen Teilen blau, am stärksten blau die Kapseln. Die Grundsubstanz in ein und derselben Rippe stellenweise in der ganzen Schicht bis hinauf dunkelblau verkalkt und stellenweise läßt sie die obersten 1 bis 3 Zellschichten unverkalkt. Die obere Grenze der Verkalkung ist unscharf. Die Verkalkung beginnt stets in der Knorpelkapsel und läßt die Septa in der Mitte der Dicke kalkfrei.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Die in den Knorpel von unten eingefressenen primären Markbuchten sind weder sehr tief noch sehr breit und enthalten junges Bindegewebe und oft nur ein Gefäß. Dieses bricht unter Verlust der Gefäßwand die Knorpelkapseln auf oder hat ringsherum nicht nur ein intaktes Endothel, sondern auch Bindegewebe. Beide Vorkommnisse sind gleich häufig, so daß man die enchondrale Ossifikation nicht als rege bezeichnen kann.

In der von oben gerechnet zweiten bis vierten aufgebrochenen Knorpelkapsel stellt sich der Knochenanwurf ein, der trotz bedeutender Dicke ganz kalklos bleiben kann. Es resultiert daraus eine primäre Spongiosa, die durchschnittlich 104 μ, maximal 144 μ, minimal 80 μ hoch ist, die kalkarm oder kalklos ist und als dicht bezeichnet werden muß, weil die Markräume, die neben Bindegewebe hohe und niedere Osteoblasten enthalten, stets schmäler sind als die Balken.

f) Die sekundäre Spongiosa ist durchschnittlich 324 μ hoch, maximal 352 μ, minimal 304 μ. Sie geht kontinuierlich aus der primären Spongiosa hervor und besteht aus einer grobbalkigen oder lockeren Spongiosa, die im Rundbogen die Markhöhle überwölbt. Das Knochengewebe ist recht gut verkalkt, doch gibt es auch allenthalben pathologisch breite Osteoidsäume mit schmaler, feinkörniger Übergangszone. Die Markräume sind breiter als die Balken, enthalten hauptsächlich Bindegewebe, darin mäßig viele basophil granulierte Zellen im engsten Anschluß an die Blutgefäße. Im Zentrum des fibrösen Markes liegt manchmal eine kleine Anhäufung von zelligem Mark.

g) Die Corticalis ist im allgemeinen dünn und recht gut verkalkt. Das meiste Osteoid liegt auf der pektoralen Periostfläche, ferner auch am Endost, endlich in den Gefäßkanälen. Die Selbständigkeit der Corticalis ist bis zu ihrem oberen

Ende gewahrt; dieses reicht bis zur oberen Grenze der Knorpelwucherungsschicht hinauf und ist auf eine längere Strecke ganz kalklos. In der Höhe der primären Spongiosa ist die Corticalis relativ kalkarm.

h) Das Periost ist ohne Besonderheiten.

i) Im ausschließlich zelligen Knochenmark überwiegen die groß- und hellkernigen Zellen über die klein- und dunkelkernigen; die Riesenzellen sind gut entwickelt und mäßig zahlreich; die Gefäße stark gefüllt.

k) Das Osteoid wurde an 4 Stellen gemessen: 1. in der primären, 2. in der sekundären Spongiosa, 3. in der Corticalis, 4. am oberen Corticalisende.

1.	43	Messungen,	27·0 μ	Durchschnitt,	64 μ	Maximum,	8 μ Minimum.
2.	21	»	17·8 μ	»	32 μ	»	8 μ »
3.	34	»	21·8 μ	»	40 μ	»	8 μ »
4.	8	»	40·0 μ	»	64 μ	»	16 μ »

* * *

Fall 15. Weiße, weibliche Ratte, 159 *g* schwer, mit gelben, intakten, aber opaken Nagezähnen, im Laboratoriumsstall aufgewachsen. 15 Tage vor der Tötung wurde dem Tiere die rechte Fibula frakturiert. Der Wundverlauf war ungestört. Bei der Obduktion wog das Tier 155 *g*, war muskulös und recht gut genährt, die Nagezähne waren nach wie vor gelb, opak, intakt, aber mit rauhen weißen Querstreifen versehen. Es bestand kein Rosenkranz, aber es fanden sich in den hinteren Rippenabschnitten fünf kleine Rippenkallus und die Rippen waren mit der Schere auffallend leicht schneidbar. Beide Ek. leuchteten weiß aus der roten Schilddrüse heraus, das linke war sehr erheblich vergrößert, während das rechte bloß übermittelgroß zu sein schien. Die Fibula an der Bruchstelle in auffallender Weise noch vollständig beweglich.

Histologischer Befund (Fig. 11): Das Material wurde 4 Tage in Müller entkalkt.

a) Der verkalkte Rippenknorpel (*vK*) ohne Besonderheiten, mit deutlichen Querspalten.

b) Der ruhende Knorpel (*rK*) im Durchschnitt 360 μ hoch, im Maximum 412 μ, im Minimum 272 μ. Die seitliche Ausbauchung (*a*) ist gering. Die Grundsubstanz homogen, rotviolett, die Zellen im axialen Teile (bei *rK*) groß und hell, seitlich (bei *a*) klein und dunkel.

c) Die Knorpelwucherungsschicht (*KW*) hat in toto eine flach kalottenförmige Gestalt, ist aber gelegentlich etwas verbogen. Die Schicht ist durchschnittlich 120 μ hoch, 144 μ im Maximum, 80 μ im Minimum. Die Grundsubstanz homogen, blauviolett, die Zellen sind klein, dunkel, querspindelig und formieren schöne, nach oben zusammenstrebende Säulen.

d) Die präparatorische Verkalkungszone (*pV*) ist durchschnittlich 128 μ hoch, maximal 208 μ, minimal 16 μ. Die Schicht ist also gegen die Norm nur unwesentlich höher und die große Differenz zwischen Maximum und Minimum kommt davon, daß die obere Grenze der Schicht wohl ebenmäßig, die untere aber von den tief einschneidenden Markbuchten (*b*) bald auf eine Höhe von 2 bis 4 Zellen reduziert wird, bald zwischen zwei Buchten ein breites, 15 Zellen hohes Massiv unverbrauchten Knorpels stehen geblieben ist. Der Übergang von der Knorpelwucherungszone ist kein ganz plötzlicher, die Zellen sind nicht maximal groß, der Kern stets rund und blau, das Protoplasma bald mehr weißlich, bald deutlich hellblau. Die Säulenanordnung ist noch gut gewahrt, denn die Grundsubstanzpfeiler zwischen den Zellsäulen sind nicht stark verschmälert. Die Grundsubstanz ist mit Ausnahme von ein bis zwei schmalsten Zelllagen verkalkt und ihre schwarzblaue Farbe nach oben nicht scharf begrenzt, sondern sich langsam verlierend. In einer Rippe war aber im axialen Teile die ganze Knorpelschicht kalklos, daselbst höher und darum gegen die Spongiosa sich vorwölbend, die Zellen klein und dunkel und im untersten Teile der Schicht an einigen Zellexemplaren die Erscheinung maximalsten, bis zum Kernschwund gediehenen Zellkollapses, also Sinterknorpel.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa (*pSp*). Die in den Knorpel einschneidenden Markbuchten sind bald so breit wie einige Zellsäulen und tief oder ganz flach oder sie sind nur so schmal wie eine einzige Zellsäule. In letzterem Falle ist zwischen zwei Buchten bloß ein schmales, globulär begrenztes Grundsubstanzstück frei herausgearbeitet, im ersteren Falle aber ein breiteres Stück Knorpelgewebe mit Zellen, das aber zwischen ganz flachen Buchten fehlen kann.

Der Inhalt der Buchten kann aus jungem, an großen Zellen reichem Bindegewebe bestehen, das am oberen Ende der Bucht meist mehrere Blutgefäße enthält. Zumeist besitzen diese ringsherum Endothel und sind auch ringsherum von Bindegewebe umgeben, manchmal fehlt aber gegen den Knorpel hin das Endothel und freie Blutkörperchen liegen in einer aufgebrochenen Knorpelkapsel. Dieser vaskuläre Knorpelabbau ist aber nur an manchen Stellen zu sehen und darum im allgemeinen als träge zu bezeichnen.

Ähnlich ist es auch mit der Ossifikation. Es gibt 4 bis 5 Zellen hohe Buchten ohne eine Spur von Knochenanwurf, also verspätete Ossifikation. Häufiger aber findet man Osteoblasten, die einen Knochenanwurf erzeugen, der trotz oft beträchtlicher Dicke ganz oder fast ganz kalklos bleibt (*O*). Es kommt auch vor, daß der kalklose Knochenanwurf nicht nur an den Seiten, sondern auch am Gipfel der Bucht sich ablagert, diese somit von Knochen ganz ausgemauert und wegen der bedeutenden Dicke des Belages zu einem engen gefäßführenden Kanal verengt wird.

Aus diesem eigentümlichen Prozeß der enchondralen Ossifikation resultiert in manchen Rippen eine ganz abnorme primäre Spongiosa (*p Sp*). Sie ist im Durchschnitt 121 μ hoch, maximal 240 μ, minimal 60 μ. Sie ist sehr dicht gebaut, die Markräume (*b*) sehr eng, die Knochenbälkchen sehr dick, im Zentrum den Knorpeleinschluß und an der Oberfläche eine mächtige osteoide Auflagerung (*p Sp*). Dann ist eben zwischen Knorpel und gut verkalkter sekundärer Spongiosa (*s Sp*) eine durch den fast absoluten Kalkmangel und dichte Struktur sehr auffallende primäre Spongiosaschicht eingeschoben (Fig. 11). Aber nicht in allen Rippen kann in dieser klaren Weise von einer primären Spongiosa gesprochen werden, denn in manchen Rippen sind knorpelhaltige Bälkchen sehr spärlich, schräg zur Rippenachse gestellt, fast ebenso gut verkalkt wie die sekundäre Spongiosa und in manchen Schnitten fast fehlend.

f) Die sekundäre Spongiosa (*s Sp*) ist eine kontinuierliche Fortsetzung der primären und von mittlerer Dichtigkeit, d. h. die Bälkchen (*c*) durchschnittlich so breit als die Markräume (*e*). Die Bälkchen sind offensichtlich nach statischen Prinzipien angeordnet, indem aufrechte Stützbalken (*c*) über einem Rund- oder Flachbogen (*s Sp*) angeordnet sind, der die große Markhöhle kuppelförmig nach oben anschließend überwölbt. Die Bälkchen sind ferner der Hauptsache nach verkalkt, also zum Stützen geeignet, wenn auch Osteoidsäume (*d*) in ansehnlicher Dicke an den meisten Stellen noch vorhanden sind. Lakunäre Begrenzung der Bälkchen mit Bloßliegen des kalkhaltigen Knochens, aber meist ohne Osteoklasten und Kittlinien im Knochengewebe sind reichlich vorhanden und deuten auf einen regen Umbau, der der Spongiosa ihre Stützstruktur verlieh. In den Markräumen gefäßführendes Bindegewebe und im engsten Anschluß an die Gefäße finden sich im Bindegewebe viele basophil granulierte Zellen, die auch in anderen Knochen dieses Falles häufig anzutreffen sind. Hie und da enthalten die Markräume zelliges Mark und selbst in diesem Falle fehlt eine fibröse Umhüllung der Bälkchen nicht. Die Schicht ist im Durchschnitt 356 μ hoch, maximal 435 μ, minimal 315 μ.

g) Die Corticalis (*C*) ist der ganzen Länge nach in ihrer Selbständigkeit gewahrt. Auf der pektoralen Seite (*C*) in toto auffallend dicker als auf der pleuralen (*f*) und überall kompakt. Das dickste Osteoid findet sich subperiostal auf der pektoralen Seite (*g*), weniger am Endost der pleuralen (*h*) und pektoralen Seite und fehlt am Periost der pleuralen Seite. Das obere Schaftende reicht meist bis zur Knorpelwucherungszone hinauf und ist auf eine lange Strecke kalklos (*i*).

h) Am Periost nichts Besonderes.

i) Das Knochenmark zellig, mit wenigen Fettzellen (*F*) untermischt. Unter den Markzellen prävalieren die mit den großen, hellen, runden, gelappten oder gelochten Kernen; die mit kleinen, dunklen Kernen sind spärlich, die Riesenzellen (*RZ*) mäßig an Zahl, zum Teil normal, zum Teil klein, dunkel, mit pyknotischen Kernen.

k) Das Osteoid ist am dicksten 1. im oberen Corticalisende; an 2. Stelle kommt die primäre Spongiosa; ganz ansehnlich ist es noch 3. in der Corticalis, in der besonders oft breite grobkörnige Übergangszonen vorkommen; 4. in der sekundären Spongiosa ist das Osteoid am geringsten, wenn auch noch immer pathologisch dick.

1.	8 Messungen,	73·0 μ	Durchschnitt,	112 μ	Maximum,	48·0 μ	Minimum.
2.	22 »	46·9 μ	»	100 μ	»	12·5 μ	»
3.	32 »	25·3 μ	»	48 μ	»	4·0 μ	»
4.	29 »	13·0 μ	»	30 μ	»	2·5 μ	»

* * *

Fall 16. Weiße, weibliche Ratte, 204 *g* schwer, mit gelben, ganz opaken, aber intakten Nagezähnen. Die Provenienz des Tieres konnte nicht ermittelt werden, es fand sich unter den Zuchttieren des Laboratoriumsstalles. 15 Tage vor der Tötung wurden

beide Fibulae frakturiert. Der Wundverlauf blieb ungestört. Bei der Obduktion wog das Tier 207 *g*, die Nagezähne waren nach wie vor gelb, opak, intakt, das Tier sehr kräftig und gut genährt, etwas Pneumonie. Keine Rippenkallus. Beide Fibulae an der Frakturstelle noch ganz beweglich. Die Ek. stark vergrößert, das linke an gewöhnlicher Stelle, das rechte an der hinteren Pharynxwand.

Histologischer Befund (Fig. 12). Das Material wurde 3 Tage in Müller entkalkt.

a) Der verkalkte Rippenknorpel (*vK*) enthält große, helle Zellen. Die mit vielen Rissen versehene Grundsubstanz hat eine stark blaue Farbe, die sich am Rande unscharf verliert und unter dem Perichondrium nur eine dünne Knorpelschicht von roter Farbe freiläßt.

b) Der ruhende Knorpel (*rK*) enthält in der rotvioletten, homogenen Grundsubstanz axial große, helle Zellen mit großem, rundem, hellem Kern (bei *rK*), gegen die meist mäßig entwickelten seitlichen Ausbuchtungen (*a*) hin aber sind die Zellen zahlreicher, klein, dunkel und blau. Die Schicht ist durchschnittlich 275 μ hoch, 304 μ maximal, 214 μ minimal.

c) Die Knorpelwucherungszone (*KW*) hat eine ganz flach linsenförmige Gesamtform, ist an 4 Rippen gemessen konstant 112 μ hoch, hat eine reichliche, homogen blauviolette Grundsubstanz, in der die kleinen, dunklen, querspindeligen Zellen schöne, nach oben zusammenstrebende Säulen bilden.

d) Die präparatorische Verkalkungszone (*pV*) ist im Durchschnitt 244 μ hoch, 268 μ maximal, 224 μ minimal sie ist also bedeutend höher als normal, was auch schon darin zum Ausdruck kommt, daß man 17 bis 20 Zellen der Höhe nach zählen kann. An der oberen, ebenmäßigen Grenze geht die Schicht allmählich aus der oberen hervor, die untere Grenze ist, von kleinen Buchten abgesehen, nach unten konvex, so daß die Schicht in der Mitte dicker ist als an den Rändern. Die Zellen sind groß, rundlich, polygonal, haben einen großen, runden, lichten Kern und ein ganz helles Protoplasma, setzen Säulen zusammen, welche sehr dicht zusammenstehen und von denen die meisten parallel zur Rippenachse sind, nur die randständigen nach oben divergieren. Die Grundsubstanz ist ganz unverkalkt, nur mit einem Stich ins Violette, wie es beim Knorpel gewöhnlich der Fall ist. Am untersten Knorpelrande jedoch werden an gewissen Stellen (*b*) die Knorpelzellen wieder kleiner, abgeplattet, queroval, die Kerne werden kleiner, dunkel, sogar auch queroval und die Grundsubstanz zwischen den Zellen hat ihre Basophilie ganz verloren und färbt sich rot. Es handelt sich um Sinterknorpel, der aber weder bis zum Kernschwund gediehen, noch sehr reichlich ist. (In der Fig. 12 an dem dunkleren Ton und den dunklen Kernen [*b*] zu erkennen.) Nirgends gibt es im Knorpel eine zusammenhängende verkalkte Lage. Der verkalkte Knorpel beschränkt sich allein auf die für die Verkalkung prädestinierte Randpartie (*d*) und die allerdings zahlreichen, senkrecht absteigenden, in den primären Spongiosabälkchen (*c*) liegenden Knorpeleinschlüsse, welche schwarzblau verkalkt sind und mit dem kalklosen Knorpelmassiv oberhalb (*pV*) noch in Verbindung stehen. Aber zwischen je zwei solchen gibt es keinen verbindenden kalkhaltigen Knorpel. Es ist nun sehr bemerkenswert, daß der Sinterknorpel in ausgesprochener Weise gerade oberhalb der verkalkten Knorpeleinschlüsse besonders häufig sich findet (*b* oberhalb *c*), während zwischen zwei solchen Stellen, also über einer primären Markbucht, der Sinterknorpel meist fehlt.

Dieses Verhalten ist in folgender Weise zu deuten. Als der vor der Rachitis und zu Anfang derselben noch zur Verkalkung gelangte Knorpel vom vaskulären Abbau aufgezehrt war, kam dieser zum Stillstand und da die Knorpelwucherung ungehindert fortschritt, entstand durch diesen Knorpelzuwachs bei Ausbleiben der Verkalkung und des Abbaues eine pathologische Erhöhung der kalklos bleibenden Knorpelschicht. Diese ruht der primären Spongiosa mit ihren senkrecht aufragenden Bälkchen direkt auf, die durch den Einschluß verkalkten Knorpels fest sind und an diesen Bälkchen drückt sich sozusagen der weiche, kalklose Knorpel auf und nimmt deshalb, elektiv über den Bälkchen, den Charakter von Sinterknorpel an. Dieser hat somit eine rein mechanische Genese, er ist eine Folge des Belastungsdruckes.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Wir müssen hier von zweierlei enchondraler Ossifikation reden, und zwar von der normalen, welche derzeit nicht mehr im Gang ist, sich aber so lange abspielte, als ihr kalkhaltiger Knorpel zur Verfügung stand und derzeit nur noch in den Endprodukten des Prozesses vorliegt, und zweitens von der pathologischen, welche aber erst in den Anfängen steckt.

Als die Residuen der ehemaligen normalen enchondralen Ossifikation haben wir die in den recht langen und nicht seltenen, primären Spongiosabälkchen liegenden verkalkten, schwarzblauen Knorpeleinschlüsse anzusehen, die in globulärer Grenzlinie von Osteoid umlagert sind und nur selten unverbrauchte Knorpelzellen enthalten. Diese sind

stets groß und rund und nie platt wie in dem knapp oberhalb liegenden Sinterknorpel, denn diese Zellen wurden bereits zu einer Zeit in Kalk eingeschlossen, als das Tier noch normal war, also der Knorpel noch nicht pathologisch hoch und zur Bildung von Sinterknorpel noch keine Gelegenheit war. Der osteoide Anwurf der primären Spongiosa reicht oft bis zur höchstgelegenen eröffneten Knorpelkapsel hinauf und läßt höchstens die zwei obersten Knorpelkapseln unausgefüllt.

Die Buchten zwischen den primären Spongiosabalken sind an ihrem blinden Ende von kalklosem Knorpel abgeschlossen und enthalten etwas Bindegewebe, nicht gerade schön ausgebildete Osteoblasten und endlich Gefäße, welche zumeist gar nicht in den kalklosen Knorpel eindringen, sondern ringsherum Endothel besitzen und von Bindegewebe umgeben sind. Nur ausnahmsweise dringt einmal ein Gefäß einige Zellen hoch in den kalklosen Knorpel, aber nich entlang den Zellsäulen, sondern beliebig und dann sieht man, wie in einigem Umkreis um das Gefäß der Knorpel seine Basophilie verliert und aufgelöst wird. Dies ist der pathologische vaskuläre Knorpelabbau, der erste Anfang pathologischer Knorpelvaskularisation, welche nur ganz träge vor sich geht.

Über die primäre Spongiosa (*pSp*) ist schon oben das Nötigste gesagt. Hier nur noch soviel, daß sie eine gut charakterisierte Schicht ist, die Bälkchen nicht spärlich sind, zentral verkalkten Knorpel einschließen, einen stets rein osteoiden Knochenanwurf tragen (*pSp*) und zwischen sich fibröses Mark aufweisen. Die Schicht der primären Spongiosa ist durchschnittlich 164 μ hoch, 208 μ maximal, 144 μ minimal.

f) Die sekundäre Spongiosa (*sSp*) ist durchschnittlich 584 μ hoch, maximal 800 μ, minimal 448 μ. Sie besteht aus einer dichten Spongiosa, welche oben kontinuierlich aus der primären hervorgeht, unten aber die Markhöhle durch ein Rundgewölbe (*e*) abschließt. Seitlich inseriert sie an die Corticalis, deren Selbständigkeit gewahrt bleibt. Die Markräume (*f*) sind so breit als die Bälkchen, meist sogar enger, enthalten ein fibröses Mark, darin manchmal mäßig viele, perivaskulär liegende, basophil granulierte Zellen, seltener eine Anhäufung zelligen Marks (*k*). Osteoblasten zum Teile sehr schön ausgebildet, zum Teile klein. Die breiten Bälkchen (*sSp*) bestehen aus reifem Knochengewebe, enthalten oft Kittlinien und weisen Stützstrukturen auf. Das Knochengewebe ist der Hauptsache nach verkalkt (*sSp*), doch fehlen, recht breite Osteoidsäume auch nicht. Die Kalkgrenze ist bald scharf und durch eine Kittlinie gegeben, bald durch eine feinkörnige, aber breite Übergangszone.

g) Die Corticalis ist im allgemeinen dünn (*g*), aus reifem Knochengewebe aufgebaut und weist gelegentlich auf beiden peri- und endostalen Flächen, namentlich aber auf der pektoralen Periostfläche (*p*) eine dicke Osteoidmasse auf. Die Kalkgrenze ist meist eine breite, grobkrümelige Übergangszone. Die in ihrer Selbständigkeit überall gewahrte Corticalis ist im Bereiche der gut verkalkten sekundären Spongiosa auch gut verkalkt (*C*), im Bereiche der kalklosen primären Spongiosa kalkarm oder kalklos (*m*) und am oberen Schaftende, welches meist bis zur oberen Grenze der Knorpelwucherungsschicht reicht, ebenfalls auf eine lange Strecke ganz kalklos (*n*).

h) Das Periost ist ohne Besonderheiten.

i) Das Knochenmark (*O*) ist ein mit Fettzellen untermischtes zelliges Mark, in dem Zellen mit großem, hellem, rundem, gelapptem oder gelochtem Kern überwiegen, solche mit kleinem, dunklem Kern spärlicher, die Riesenzellen mäßig an Zahl und gut entwickelt sind.

k) Das Osteoid wurde an 4 Stellen gemessen: 1. primäre, 2. sekundäre Spongiosa, 3. Corticalis, 4. oberes Corticalisende.

1.	20	Messungen,	23·7 μ	Duchschnitt,	80 μ	Maximum,	8 μ Minimum.
2.	31	»	24·5 μ	»	48 μ	»	8 μ »
3.	32	»	33·4 μ	»	72 μ	»	8 μ »
4.	8	»	80·0 μ	»	153 μ	»	48 μ »

* * *

Fall 17. Weiße, weibliche Ratte, 205 *g* schwer, mit kräftigen, intakten, gelben, aber ganz opaken Nagezähnen; am rechten unteren gelbe, opake Querstreifen. Das Tier ist im Laboratoriumsstall aufgewachsen. Es wurde dem Tier die rechte Fibula frakturiert und nach Primaheilung 15 Tage später das Tier getötet. Es wog jetzt 202 *g*, die Nagezähne nach wie vor gelb, opak, der rechte untere etwas kürzer, der rechte obere dafür etwas länger. Das Tier ist kräftig, muskulös, gut genährt. Die rechte Lunge gänzlich, die linke zum Teil pneumonisch. Enormer Rosenkranz und 17 Rippenkallus. Das rechte Ek. übermittelgroß,

das linke sehr stark vergrößert. Beide hell aus der dunklen Schilddrüse herausleuchtend. Die Frakturstelle an der rechten Fibula noch ganz bedeutend beweglich.

Histologischer Befund (Fig. 13). Das Material wurde 7 Tage in Müller entkalkt.

a) Der verkalkte Rippenknorpel (*vK*) zeigt keine Abweichungen von der Norm.

b) Der ruhende Knorpel (*rK*) ist nach 11 Messungen durchschnittlich 510 μ hoch, 560 μ im Maximum, 488 μ im Minimum. Die Schicht verbreitert sich nach unten nicht so plötzlich, die seitlichen Ausbauchungen sind zum Teil stark entwickelt, zum Teil fehlen sie ganz und das obere Corticalisende stützt sich niemals auf diese Ausbauchungen, da es nie hoch genug hinaufragt. Die Grundsubstanz homogen, rotviolett, die Zellen axial (bei *rK*), groß und hell, in den Ausbauchungen (*a*) klein und dunkel.

c) Die Knorpelwucherungszone (*KW*) nach 11 Messungen im Durchschnitt 224 μ hoch, 288 μ maximal, 160 μ minimal. Während normaliter diese Schicht bikonvex oder plankonvex ist mit der Konvexität nach oben, ist sie hier entweder konvexplan, also meist mit der Konvexität nach unten, oder häufig sogar durch eine Ausbiegung der Schicht nach unten konvex-konkav (*KW*), so daß sie axial wesentlich dicker ist als an den Seiten. Die Grundsubstanz blauviolett, homogen, die Zellen klein, dunkel, querspindelig, zu schönen Säulen aufgeschichtet, die deutlich nach oben zusammenstreben.

d) Präparatorische Verkalkungszone (*pV*). Diese bietet eine Fülle schwerer, zum Teil schwer verständlicher pathologischer Veränderungen dar. Darum soll die Besprechung etwas eingehender erfolgen.

Die Schicht (*pV*) hat stets eine untere stark konvexe Begrenzung, während die obere selten geradlinig, meist konkav ist. Es resultiert daraus eine meist konvex-konkave Gesamtform der Schicht.

Die Gesamthöhe derselben beträgt durchschnittlich 1192 μ, maximal 1568 μ, minimal 848 μ, ist also beträchtlich pathologisch vermehrt. Sie zerfällt aber ihrer Beschaffenheit nach in zwei ungleiche Teile, in einen oberen, kalklosen und einen unteren, kalkhaltigen. Der erstere (*pV*), der bei weitem größere, enthält der Höhe nach durchschnittlich 77 Zellen, ist nach 5 Messungen im Durchschnitt 1075 μ hoch, 1312 μ maximal, 800 μ minimal; der letztere (*e, f*) bildet niemals ein zusammenhängendes Lager, sondern liegt in 1 bis 5 Bruchstücken vor, deren Höhe nach 18 Messungen durchschnittlich 117 μ beträgt, mit dem Maximum von 256 μ und dem Minimum von 48 μ, während die Zahl der Zellen der Höhe nach durchschnittlich nur 8 beträgt.

Die Schicht ist als ganzes in eine passende, napfförmige Vertiefung der Spongiosa (*Sp*) eingelassen, da aber das obere Schaftende (*g*) viel zu kurz ist, um bis zur Ossifikationsgrube zu reichen, so ist der Knorpel in seinen oberen Abschnitten vom Perichondrium (*h*) gedeckt.

Die Schicht hat im ganzen einen säulenförmigen Aufbau. Die randständigen Säulen streben nach oben auseinander (*c*) und finden keine Fortsetzung in den Säulen der Knorpelwucherungszone. Der innere Bau der kalklosen Schicht ist in den axialen Teilen ein anderer als am Rande. Axial (*pV*) vollzieht sich der Übergang der kleinen, dunklen Zellen der Knorpelwucherungsschicht zu den großen, gequollenen, hellen der präparatorischen Verkalkungsschicht äußerst langsam und da mittendurch ohne Gesetzmäßigkeit bald kleine, dunkelrote, bald besonders große, blaue Zellen eingestreut sind, so gibt das ein unruhiges Bild. Axial ist ferner die Grundsubstanz besonders reichlich, hell bläulichviolett, kalklos und vielfach in schleimiger Degeneration begriffen, was man an der mehr blauen Farbe und dem längsfaserigen Zerfall erkennt.

Am Rippenrande jedoch (*b*) vollziest sich der Zellübergang rasch, alle Zellen sind gleichmäßig vergrößert, rundlich, mit hellem Protoplasma und Kern, die Grundsubstanz von gleicher Farbe, aber spärlich und frei von Degeneration. Das Bild ist so ruhig wie in normalen Fällen.

Der kalkhaltige Knorpel liegt nur in Form diskontinuierlicher Fragmente vor (*c, e, f*), die die untersten Ausläufer des Knorpels darstellen, eine bald sehr dunkel-, bald etwas heller blaue Grundsubstanz, bald kleinere, bald größere Zellen besitzen. Aber nicht nur am untersten, sondern auch am lateralen Rande des Knorpels finden sich solche Verkalkungsstellen regelmäßig (*c, c*). Ausnahmsweise folgt nach unten auf den kalkhaltigen noch eine ganz dünne Lage kalklosen Knorpels, dessen Zellen dann ein bald fein-, bald grob- prächtig eosinrot granuliertes Protoplasma besitzen. Im Sinne Schmorl's ist somit der kalkhaltige Knorpel in diesem Falle nicht als Residuum aus der vorrachitischen Zeit, sondern als kurzdauernde Remission im Verlaufe dieser alten Rachitis aufzufassen.

Die Art, wie die untersten Knorpelausläufer in den Knochen eingepflanzt sind, ist verschieden. Am klarsten ist dieses Verhalten dann, wenn der letzte Knorpelausläufer verkalkt, also stark blau ist, denn dann sieht man deutlich, wie er in das stets rein osteoide, also rote Knochenbälkchen hineinzieht, die linear scharfe Grenze zwischen Knochen

und Knorpel vollkommen klar vorliegt und globulär ist, wie dies im Wesen der enchondralen Ossifikation liegt. Ist aber dieser unterste Knorpelausläufer unverkalkt, so entfällt die eben erwähnte Farbendifferenz zwischen Knorpel und Knochen, beide sind kalklos und mehr weniger rot und darum wird es schwer, die Grenze zwischen Knochen und Knorpelgrundsubstanz genau festzustellen und in Hämalaun-Eosinschnitten zwischen einer Knorpelzelle und einem osteoiden Globulus zu unterscheiden, der nur eine Knochenzelle enthält.

Das bisher geschilderte Knorpelmassiv wird vom Knochenmark her in pathologischer Weise vaskularisiert. Vom Knochenmark oder eigentlich von der Spongiosa her dringen die meist weiten Blutgefäße (*d*) mehr oder weniger senkrecht in den Knorpel hinauf und liegen meist büschelweise in ein gemeinsames Bindegewebe eingebettet. Am oberen Ende hört das Bindegewebe langsam auf, das Endothel des Gefäßes verliert sich und es erfolgt ein Blutaustritt ins perivaskuläre Bindegewebe, in die benachbarte Knorpelgrundsubstanz und gelegentlich in eine Knorpelkapsel hinein. Aber ein regulärer, etwa die normale Ossifikation einleitender vaskulärer Knorpelabbau ist das nicht, denn die weiten Gefäße benutzen nicht die Zellsäulen als Leitbahnen, und an isoliert liegenden kleinen Gefäßchen ist es am besten zu sehen, daß sie nicht in den Zellsäulen, sondern in der Grundsubstanz zwischen denselben aufsteigen.

Im weiten Umkreis um die eingewachsenen Gefäßbüschel verliert der Knorpel bald seine Basophilie und färbt sich rein rot. An diesen roten Höfen sind die Stellen, wo Blutgefäße im Knorpel liegen, schon bei Lupenvergrößerung zu erkennen. Auf den Verlust der Basophilie erfolgt eine Auflösung des Knorpelgewebes; die bis dahin homogene Grundsubstanz fasert sich auf, färbt sich immer heller und wird so defekt; die Knorpelkapseln verschwinden durch Auflösung; Kern und Protoplasma der Zellen färben sich nicht mehr und so schmilzt der Knorpel in allen seinen Teilen gleichmäßig zusammen.

Nachdem so das Gefäßbüschel einen weiten Kanal im Knorpelmassiv ausgehoben hat, wird dieser von unten her mit Osteoid ausgekleidet, ohne daß ein Osteoblastensaum sichtbar wäre. So resultiert zum Schluß ein Bild, das die normale enchondrale Ossifikation nachahmt, denn nun liegen, im Schnittbild wenigstens, breite Streifen von allerdings kalklosem Knorpel, zu beiden Seiten mit osteoidem Belag, nur daß die Grenze zwischen dem Knochen- und Knorpelgewebe recht vielgestaltig ist, und zwar aus folgendem Grunde: Bei der normalen Ossifikation ist diese Grenze globulär und wird durch vaskuläres Aufbrechen der Knorpelkapseln bedingt, in die hinein die Knochenablagerung erfolgt. Anders hier. Denn die Grenzlinie, bis zu der der Knorpel abgebaut wird, ist Zufallssache. So macht die im Umkreis des Gefäßbüschels sich abspielende Knorpelverflüssigung einmal in der Grundsubstanz zwischen zwei Zellsäulen Halt, dann ist die Knochenknorpelgrenze mehr minder geradlinig. Ein andermal tritt dieser Verflüssigungsprozeß bis an die Außenfläche der Knorpelkapseln einer Zellsäule heran, dann bekommt das apponierte Osteoid eine konkavbuchtige Grenzfläche, in die die Knorpelkapseln hineinpassen. Ein drittesmal endlich dringt der Verflüssigungsprozeß unter Vernichtung der Knorpelzellen bis in eine Knorpelzellsäule vor, dann nimmt das apponierte Osteoid eine konvexbuchtige Begrenzung an, bildet also Globuli wie bei der normalen enchondralen Ossifikation.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Die eben geschilderte pathologische Vaskularisation des Knorpels mit folgender Osteoidbildung könnte nur im weiteren Sinne eine enchondrale Ossifikation genannt werden. In regulärer Weise geht aber dieser Prozeß hier nirgends vor sich.

Auch eine primäre Spongiosa tritt hier nirgends im normalen Sinne als eigene Schicht hervor. Durch Knorpeleinschlüsse charakterisierte, fast durchwegs rein osteoide Bälkchen treten nur in vereinzelten Exemplaren auf, sind sehr kurz und dick, nur annähernd längsgestellt und gehen in breitester Weise in die sekundäre Spongiosa über.

f) Die sekundäre Spongiosa (*Sp*) hat nach 12 Messungen eine durchschnittliche Höhe von 1400 μ, die maximal bis zu 1600 μ ansteigt und minimal bis auf 1000 μ absinkt. Sie ist also im ganzen sehr hoch. In den Bereich der sekundären Spongiosa fällt jene mächtige, dick spindelige Knochenauftreibung, die makroskopisch als Rosenkranz imponierte und im oberen Abschnitt auch noch die mächtige präparatorische Verkalkungsschicht beherbergt (Fig. 13). Da, wo sich diese Auftreibung nach unten verjüngt, geht die sekundäre Spongiosa ohne sichtbare Grenze in die hier zu einer Spongiosa aufgelöste Corticalis (*C*) über. Die sekundäre Spongiosa (*Sp*) ist in ihrem oberen größten Teile sehr dicht gebaut, die Gefäßkanäle eng und spärlich, außer Gefäßen auch Bindgewebe und Osteoblasten enthaltend; die Knochenbälkchen breit, der Hauptsache nach kalklos. Wo aber kleine Verkalkungsherde im Zentrum der Bälkchen auftreten, sind erstere von einer breiten körnigen Übergangszone umgeben, in deren Bereiche die meist oblongen Kalkkörner in der Richtung der Grundsubstanzfaserung liegen. Der untere kleinere Teil der Spongiosa (*i*) ist mehr locker gebaut, die Markräume groß, mit zelligem Mark erfüllt, die Knochenbälkchen recht gut verkalkt, mit nur schmalen Osteoidsäumen versehen.

g) Corticalis (*C*). Im Bereiche des Rippenschaftes ist die Corticalis in den tieferen, gegen die Markhöhle zu gelegenen Schichten kompakt und vollständig gut verkalkt (*k*), vom Periost her aber mit einer oft mächtigen Osteoidmasse überzogen (*l*), die viele Gefäßkanäle führt und fleckweise auch schon verkalkt. Indem so die periostale Auflagerung eine blaue Farbe annimmt, werden in ihr kalklos und rot gebliebene Sharpey'sche Fasern sichtbar, die auch in den kalklosen Teil hineinziehen, aber hier wegen der mangelnden Farbendifferenz wenig sichtbar sind.

Nach oben hin löst sich die kompakte Corticalis zu einem Balkenwerk auf, geht so unmerklich in die sekundäre Spongiosa über, in deren Bereiche die Corticalis bloß als vorwiegend kalklose Schlußplatte (*m*) der Spongiosa imponiert, also viel an Selbständigkeit verliert.

Das obere Corticalisende (*g*) ist mäßig verdickt, reicht nie bis zur Ossifikationsgrube, ist, von den Osteoidsäumen abgesehen, zum großen Teil, aber unvollständig verkalkt, »anverkalkt«, was man an der viel heller blauen Farbe erkennt (vgl. *g* mit *k* in Fig. 13).

h) Periost ohne Besonderheiten.

i) Das Knochenmark ist rein zellig. Es prävalieren große, hellkernige Markzellen; dunkle Zellen sind spärlich und stehen in Häufchen; unter den gelapptkernigen Leukocyten leuchten die grob eosinophil granulierten besonders hervor. Die Knochenmarksriesenzellen sind an Zahl und Aussehen normal.

k) Über die Verteilung des Osteoids wurde schon in den einzelnen Abschnitten gesprochen. Die Menge desselben ist am größten im oberen Teile der sekundären und in der so wenig hervortretenden primären Spongiosa. Auf gleicher Stufe steht die Corticalis im Bereiche der Spongiosa; dann folgt der Schaft und endlich der untere Teil der sekundären Spongiosa. Das Osteoid ist überall von reifer Struktur. Die unten stehenden Maße sind auf folgende Stellen zu beziehen: 1. Unterer Anteil der sekundären Spongiosa; 2. oberer Anteil derselben, am Osteoidsaum gemessen; 3. ebenda an gänzlich kalklosen Balken gemessen und halbiert; 4. Schaftcorticalis; 5. oberes Corticalisende.

1.	31	Messungen,	16·6 μ	Durchschnitt,	50 μ	Maximum,	2·5 μ	Minimum.
2.	31	»	51·0 μ	»	144 μ	»	16·0 μ	»
3.	27	»	70·0 μ	»	104 μ	»	24·0 μ	»
4.	27	»	40·5 μ	»	160 μ	»	8·0 μ	»
5.	22	»	73·0 μ	»	160 μ	»	32·0 μ	»

* * *

Fall 18. Graue, aber zahme, im Laboratoriumsstall, also in der Gefangenschaft geborene und aufgezogene Ratte mit gelben, opaken Nagezähnen, von denen der linke untere etwas zu kurz, der linke obere etwas zu lang war. Gewicht 185 *g*. 15 Tage vor der Tötung wurden dem Tier beide Fibulae frakturiert. Beim Adaptieren der Fragmente auf der rechten Seite zerbrach das untere Fragment beim Anfassen noch einmal. Ungestörter Wundverlauf. Bei der Obduktion wog das Tier 179 *g*, ist besonders muskulös und gut genährt, die Nagezähne gelb, opak, intakt, sehr kräftig, die Längendifferenzen wieder ausgeglichen. Mächtiger Rosenkranz und 30 sehr große Rippenkallus mit vielfach winkeliger Stellung der Fragmente. Beide Ek. monströs groß, weiß aus der roten Schilddrüse herausleuchtend. Die Fibulabruchstellen durch kräftig entwickelte, aber noch ganz bewegliche Kallusmassen vereinigt.

Histologischer Befund (Fig. 14). Das Material wurde 7 Tage in Müller entkalkt.

a) Der verkalkte Rippenknorpel (*vK*) zeigt nur mäßig viele Querrisse, seine stark blaue Farbe begrenzt sich überall unscharf und läßt unter dem Perichondrium einen kalklosen Streifen frei.

b) Der ruhende Knorpel (*rK*) ist durchschnittlich 323 μ hoch, maximal 400 μ, minimal 224 μ. In der rotvioletten homogenen Grundsubstanz liegen axial (*rK*) große, helle Zellen mit großem, hellem rundem Kern, während marginal, gegen die mäßig vortretenden Seitenausbuchtungen (*a*) hin die Zellen klein und dunkel sind. Im axialen Teile enthält die Grundsubstanz meist noch mäßig viele blaue Züge.

c) Die Knorpelwucherungsschicht (*KW*) ist durchschnittlich 243 μ hoch, maximal 400 μ, minimal 160 μ und exquisit pathologisch verändert. Sie ist nur ausnahmsweise von linsenförmiger Gestalt, in der Regel in toto nach unten ausgebogen, so daß ihre obere Grenze flach konkav, die untere aber stark konvex ist, so daß die Schicht peripher (*b*) um ein Viertel oder die Hälfte niederer ist als axial (*KW*). Die in der reichlichen, homogenen, blauvioletten Grund-

substanz liegenden, kleinen, querspindeligen, dunklen Zellen setzen abnorm hohe, nach oben stark konvergierende Säulen zusammen (Fig. 14, *KW*). Die untere Schichtgrenze tritt darum nicht ganz scharf hervor, weil der Zellübergang zur nächstunteren Schicht sich ganz langsam vollzieht.

d) Die präparatorische Verkalkungsschicht (*k—pV*) hat stets eine erheblich pathologische Höhe, hängt mit konvexem Rand schürzenförmig in den knöchernen Rippenteil hinunter und ist darum in der Mitte viel dicker als auf der Seite. Die Schicht ist durchschnittlich 676 μ hoch, 1360 μ maximal, 240 μ minimal. Berücksichtigt man aber bloß den axialen höchsten Teil, so ergibt sich ein Durchschnitt von 1200 μ, ein Maximum von 1360 μ und ein Minimum von 1120 μ. Die Schicht ist also stets etwas mehr als 1 *mm* hoch.

Der Farbenton der Schicht ist hellblauviolett und die Schicht enthält ungemein hohe, etwa parallel zur Rippenachse stehende Säulen, in denen 70 bis 100 Zellen der Höhe nach gezählt werden konnten.

Der inneren Beschaffenheit nach muß der große axiale von dem viel kleineren peripheren Teile der Schicht unterschieden werden. Der erstere (*k—pV*) zeichnet sich dadurch aus, daß die Grundsubstanz zwischen den Säulen reichlich (*k—pV*), aber oft degeneriert und längszerfasert ist. Die Zellen sind bald klein, bald groß, sogar monströs (*d*), bald licht-, bald dunkelblau, der Kern meist klein, dunkel, seltener groß, hell, das Protoplasma meist dunkel und geschrumpft, selten hell, die Kapsel bald dünn, bald dick, bald blau, bald rot und durch all das entsteht jenes unruhige Bild, das auch die Fig. 14 wiedergibt. Die Grundsubstanz ist kalkfrei. Im peripheren Teile der Schicht jedoch (*c*) bestehen mehr normale Verhältnisse, die Zellen sind alle gleich beschaffen, groß und hell, mit großem, rundem, ganz hellem Kern und fast ungefärbtem Protoplasma, während die Grundsubstanz so spärlich ist, daß die Säulen dicht zusammenstehen. Die Grundsubstanz ist auch hier zum größten Teile kalklos (*c*), aber zum Teil doch auch verkalkt (*k+pV*), schwarzblau, mit der für Rachitis typischen scharfen Kalkgrenze. Unter diesem unverkalkten Knorpel liegen zwar rein osteoide, aber doch auch enchondrale Bälkchen der primären Spongiosa mit zentralem Einschluß schwarzblauen verkalkten Knorpels (*e*), ein Zeichen, daß zumindest an diesen wenigen Stellen eine reguläre enchondrale Ossifikation vor sich geht.

Ganz anders im viel größeren, kalklosen, axialen Teile (*k—pV*). Auch hier dringen zwar einzelne Gefäße (*f*) häufiger aber aus in Bindegewebe eingebetteten Gefäßbüscheln bestehenden Marksprossen hoch in den Knorpel hinauf, aber nicht elektiv in den Zellsäulen, sondern vor allem in der Grundsubstanz. Dabei verliert in einigem Umkreis um die Marksprossen herum der Knorpel seine Basophilie vollständig, wird langsam nekrotisch und ohne Wahl, ob Grundsubstanz oder Zelle, aufgelöst, wie das im Falle 17 eingehender geschildert ist. Dem folgt dann, von der Marksprosse aus, eine Apposition von Osteoid auf den nicht mehr aufgelösten Knorpel, und zwar nicht in einer globulären, sondern willkürlich gestalteten, oft ganz geraden Grenzlinie. Und so resultieren aus dieser pathologischen Vaskularisation und Ossifikation, im Schnittbild wenigstens, auch pathologische, enchondrale, primäre Spongiosabalken, deren kalkloser, nicht globulär begrenzter, zentraler Knorpeleinschluß eine prächtige eosinophile Granulierung des Protoplasmas der unverbrauchten Knorpelzellen aufweist.

Hie und da gibt es aber auch osteoide Bälkchen, deren zentraler Knorpeleinschluß, wiewohl kalklose Grundsubstanz aufweisend, doch globulär begrenzt ist. Endlich muß auch noch erwähnt werden, daß an manchen Stellen Bilder zu sehen waren, die an den relativ dicken, in Hämalaun-Eosin gefärbten Serienschnitten nicht ganz klar verständlich waren, da es schwer fiel, osteoide Globuli von hyalin degerierten Knorpelzellen zu unterscheiden.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Über die enchondrale Ossifikation, soweit man von einer solchen unter diesen pathologischen Umständen reden kann, ist oben schon das Nötige gesagt worden. Es bleibt nur übrig, von dem Endprodukt derselben, der primären Spongiosa, zu sprechen. Diese bildet keine deutlich hervortretende eigene Schicht, denn die sie zusammensetzenden Bälkchen sind zwar dick, aber liegen stets nur in wenigen Exemplaren im Schnitte vor, und zwar entlang der ganzen konvexen Fläche der präparatorischen Verkalkungszone, dieser eng an. Darum kann man auch ihre Höhe nicht bestimmen. Das einzelne Bälkchen aber ist in der Regel kalklos, osteoid, selten in den Globuli die ersten Anfänge der Verkalkung bei kalklos bleibendem Knorpeleinschluß. Zwischen den Bälkchen liegen die breiten, gefäßreiches Bindegewebe führenden breiten Markräume.

f) Die sekundäre Spongiosa ist von ganz ungewöhnlich bedeutender Höhe, die im Durchschnitt 2240 μ, maximal 2600 μ, minimal 1400 μ beträgt; oben schließt sie sich unvermittelt an die primären Spongiosabälkchen an, unten löst sie sich gegen die Markhöhle zu auf, in die Corticalis übergehend. Nach der Dicke und dem Kalkgehalt der Bälkchen, der Weite und dem Inhalt der Markräume und dem Verhalten der Corticalis lassen sich in der sekundären Spongiosa drei wohlausgeprägte Schichten unterscheiden (Fig. 14, *I, II, III*).

Die Knochenbälkchen (*g*) der obersten Schicht (*I*) sind so breit oder schmäler als die Markräume (*i*), absolut genommen aber recht dick, von bald mehr, bald weniger schönen Osteoblasten und zum Teil von dünnen Bindegewebshüllen umgeben, aus reifem Knochengewebe aufgebaut, das fast in jedem Balkenzentrum verkalkt ist (*h*); doch überwiegt der Osteoidsaum (*g*) ganz deutlich. Die Markräume (*i*) enthalten nur zelliges Mark und die Selbständigkeit der Corticalis (*n*) ist meist gut gewahrt, das Osteoid in ihr überwiegend.

Die mittlere Schicht (*II*) ist eine kontinuierliche Fortsetzung der oberen und ihre Bälkchen (*k*) so breit, die Markräume (*m*) so eng und spärlich, daß man von einer Compacta reden sollte. Das Knochengewebe ist in weitaus überwiegender Menge kalklos (*k*), aber kleine spärliche Verkalkungsherde (*l*) fehlen auch hier nicht. In den Markräumen (*m*) sind außer den Gefäßen nur noch etwas Bindegewebe, meist kümmerliche Osteoblasten nachweisbar und die Corticalis (*o*) ist vielfach ganz osteoid und hat ihre Selbständigkeit ganz verloren.

Die unterste Schicht (*III*) ist die niedrigste, geht aus der mittleren kontinuierlich hervor, besteht aus wenigen, aber besonders dicken, in Stützstruktur angeordneten Knochenbalken (*t*) aus reifem Knochengewebe, das der Hauptmasse nach gut verkalkt ist (*t*), während Osteoidsäume (*s*) von erheblicher Dicke auch nicht fehlen. Schöne Osteoblasten sind eine Ausnahme. Die Markräume (*r*) stets breiter als die Balken und ausschließlich zelliges Mark führend, die Corticalis (*p*) in ihrer Selbständigkeit gewahrt, auf der pektoralen Seite (*v*) fast ausschließlich eine periostale, auf der pleuralen eine ansehnliche enostale Osteoidschicht (*u*) tragend.

Die Deutung dieser Schichten ist die folgende. Die obere Schicht (*I*) bietet das bei Rachitis typische Bild des oberen und die unterste Schicht (*III*) das typische Bild des untersten Anteiles der sekundären Spongiosa dar. Die mittlere Schicht (*II*) jedoch ist als fremde Einlagerung aufzufassen und als eine Kallusbrücke zu deuten, entstanden nach einer Fraktur im Bereiche der sekundären Spongiosa, was mit der Verdickung der Rippe speziell an dieser Stelle (bei *o*) gut übereinstimmt. Es ist nun bemerkenswert, daß dieser Kallus immer wieder an derselben Stelle fast in allen untersuchten Rippen zu beobachten war.

g) Coricalis. Über ihr Verhalten im Bereiche der einzelnen Abschnitte der sekundären Spongiosa wurde gelegentlich dieser bereits berichtet. Es bleibt nur noch übrig zu sagen, daß sie aus reifem Knochengewebe besteht, kompakt aufgebaut und von mäßig reichlichen Gefäßkanälen durchzogen ist, die alle osteoid umrandet sind. Das Osteoid ist im allgemeinen in erheblicher Menge vorhanden, die Übergangszone an der Kalkgrenze breit, manchmal besonders grobkörnig. Das obere Corticalisende (*w*) erreicht nie die Ossifikationsgrube, endet meist schon in der Höhe der präparatorischen Verkalkungszone, so daß man sagen kann, das Längenwachstum der Corticalis ist im Rückstand.

h) Das Periost bietet keine Besonderheiten.

i) Im ausschließlich zelligen Knochenmark überwiegen die Zellen mit den großen, hellen, runden, gelappten und gelochten Kernen; die mit kleinen, dunklen Kernen stehen gruppenweise; die Riesenzellen sind zahlreich und gut entwickelt; die Blutgefäße auffallend gefüllt.

k) Das Osteoid wurde 1. an der sekundären Spongiosa, 2. der Corticalis und 3. dem oberen Corticalisende gemessen

1.	36	Messungen,	53·5 μ	Durchschnitt,	192 μ	Maximum,	4 μ Minimum.
2.	37	»	57·5 μ	»	160 μ	»	8 μ »
3.	8	»	58·9 μ	»	96 μ	»	24 μ »

* * *

Fall 19. Weiße, weibliche Ratte, 123 *g* schwer, mit gelben, intakten, aber total opaken Nagezähnen, im Laboratoriumsstall aufgewachsen. Es wurde dem Tier in Narkose eine Rippe nahe der Knochen-Knorpelgrenze mit der Schere zerschnitten. 15 Tage später wurde das Tier getötet. Es wog jetzt 122 *g*, war sehr kräftig und muskulös, die Nagezähne waren gelb, opak, die Spitze des linken unteren war abgebrochen, der linke obere dafür verlängert. Wunde per primam geheilt. Die Ek. über mittelgroß, weiß aus der roten Schilddrüse herausleuchtend. Rachitischer Rosenkranz, an jeder Rippe 1 bis 5 mäßige Kallus nach Spontanfrakturen, ein solcher auch an der Stelle der operativ erzeugten Fraktur.

Histologischer Befund (Fig. 15). Das Material wurde 3 Tage in Müller entkalkt.

a) Der verkalkte Rippenknorpel (*vK*) zeigt eine ebenso gute Verkalkung wie in normalen Fällen, ferner die typischen Querrisse der Grundsubstanz und große, helle Zellen. Die Verkalkungsgrenze ist meist unscharf.

b) Der ruhende Knorpel (*rK*) ist durchschnittlich 428 μ hoch, maximal 480 μ, minimal 400 μ. Die Schicht verbreitert sich nach unten sehr rasch und stark und die seitlichen Ausbauchungen (*a*) treten oft so stark hervor, daß das obere Corticalisende, wenn es hoch genug hinaufragt, sich auf sie förmlich aufzustützen scheint. Die seitliche Ausbuchtung tritt um so stärker hervor, als die Ranvier'sche Ossifikationsgrube (*b*) besonders tief einschnürt. Die Knorpelgrundsubstanz ist rotviolett, die Zellen axial (bei *rK*) groß, hell, in den seitlichen Ausbauchungen (*a*) klein, dunkel. An letzterer Stelle finden sich in pathologisch gesteigertem Maße in nach unten konvergierender Richtung verlaufende, violette Züge der Grundsubstanz, die sogar etwas in die Knorpelwucherungsschicht hineinragen können.

c) Die Knorpelwucherungszone (*KW*) ist im Durchschnitt 160 μ, maximal 208 μ, minimal 117 μ hoch. Die Grundsubstanz homogen, hell, blauviolett, reichlich, die kleinen, dunklen, spindeligen Zellen liegen quer und dicht zusammen und formieren schöne Säulen, von denen die randständigen deutlich nach oben zusammenstreben.

d) Die präparatorische Verkalkungsschicht (*pV*) zeigt schwere pathologische Veränderungen. Sie ist durchschnittlich 544 μ hoch, maximal 640 μ, minimal 400 μ, also pathologisch verbreitert, und da das obere Corticalisende über die Schicht hinübergreift, wird das ganze Knorpelmassiv in eine bald flache, bald halbkugelige napfförmige Vertiefung der knöchernen Rippe aufgenommen (Fig. 15). Ihrem histologischen Aufbau nach zerfällt die Zone in zwei unscharf voneinander abgegrenzte Schichten, die höhere obere, die 16 bis 20 Zellen hoch ist, das heißt 356 μ im Durchschnitt, 400 μ im Maximum und 288 μ im Minimum, und die niedere untere, die durchschnittlich 188 μ hoch ist, mit einem Maximum von 240 μ und einem Minimum von 112 μ. Jede der beiden Schichten muß für sich getrennt besprochen werden.

Die obere Schicht (*pV*) hat in toto einen sehr lichten Ton. Die Säulenanordnung ist noch gut gewahrt, die Grundsubstanz überall rot, homogen, absolut frei von Kalk und eigentlich gefäßlos. Im axialen Teile ist die Grundsubstanz reichlicher und die Zellsäulen stehen weiter auseinander (bei *pV*), am Rippenrande (*c*) ist die Grundsubstanz spärlicher und die Säulen stehen dichter zusammen. Die Zellen in den Säulen sind groß und platten sich zu polygonalen Formen ab, sind gegen den Rippenrand zu (bei *c*) ganz hell, mit sehr großem, hellem, rundem Kern und reichlichem hellen Protoplasma, axial aber sind sie zwar von gleicher Größe, aber, nach dem kleinen, dunklen, zackigen Kern (bei *dV*) und dem strahlig zusammengeschrumpften Protoplasma zu urteilen, wohl stark regressiv verändert. Als Ursache dafür kann man an zwei Dinge denken: an Quetschung der Zellen infolge abnormer Beweglichkeit dieser so hohen und ganz kalklosen Schicht und an die Gefäßlosigkeit des Gewebes. Diese ist übrigens insofern eingeschränkt, als von der unteren Schicht her hie und da, allerdings auf eine ganz kurze Strecke, ein größeres Gefäß aufsteigt (*d*), das in der Grundsubstanz liegt, keine Kapseln aufbricht und infolge der abnormen Beweglichkeit der ganz kalklosen Schicht durch Zerreißung stellenweise zu kleinen Hämorrhagien Veranlassung gibt.

Die untere Schicht (*e, e*) zeigt höchst auffallende Verhältnisse. Bei schwacher Vergrößerung ist die Farbe viel dunkler und mehr rot, scheinbar quergestreift und von vielen Gefäßen (*f*) durchzogen. Bei starker Vergrößerung sieht man, daß die untere Schicht kontinuierlich aus der oberen hervorgeht, und zwar so, daß die großen polygonalen Zellen zu ganz schmalen, spindeligen, querstehenden, hellen, gewöhnlich leeren Spältchen kollabieren, in denen nur manchmal ein ganz plattgedrückter dunkler Kern nachweisbar ist. Zwischen zwei solchen kollabierten Knorpelzellen liegt mehr sattrote Grundsubstanz als in der oberen Schicht und das dürfte vielleicht zum Teil darauf beruhen, daß manche Knorpelzellhöhlen bis zum völligen Verschwinden der Zellichtung kollabiert sind und ihre aneinandergelegte Kapselwand so einfach als Grundsubstanzseptum zwischen noch nicht völlig kollabierten Zellen imponiert. Auch in der unteren Schicht, die somit aus kollabiertem oder zusammengesintertem Knorpelgewebe besteht, ist die Grundsubstanz nirgends verkalkt, dafür aber in mehr oder weniger aufsteigender Richtung von zahlreichen, weiten Blutgefäßen durchzogen (*f*), die eine Fortsetzung der Knochenmarkgefäße darstellen, von etwas Bindegewebe begleitet werden, nirgends Zellkapseln aufbrechen, überhaupt nicht den Zellsäulen folgen und nur ausnahmsweise und auf eine ganz kurze Strecke in die obere Schicht eindringen.

Es liegt nahe anzunehmen, daß dieser Sinterknorpel, wie wir ihn nennen wollen, durch Kollaps aus der oberen Schicht hervorgegangen ist, wobei der Druck, der auf diese hohe, kalklose, also weiche Schicht ausgeübt wird, als die Ursache des Zusammensinterns angesehen werden kann. Es ist aber schwer zu sagen, ob die Vaskularisation des Sinterknorpels schon vor oder erst nach dem Zusammensintern erfolgt ist. Das Vorkommen des Sinterknorpels ist aus folgendem Grunde von Interesse. Im normalen Knochen spielt sich das Längenwachstum des Knochens im Knorpel ab. Denn um wieviel der Knorpel wächst, um soviel wird der Knochen länger, da ja der gewucherte Knorpel durch den Prozeß der enchondralen Ossifikation in Knochen überführt wird. Das bei Rachitis beobachtete Zurückbleiben im

Längenwachstum des Knochens könnte, zum Teile wenigstens, auf das Zusammensinken des Knorpels zurückgeführt werden.

Die Art, wie der Sinterknorpel in die Spongiosa übergeht, ist verschieden. An wenigen Stellen folgt nach unten auf den Sinterknorpel noch eine 2 bis 3 Zellen hohe intakte Knorpellage mit ebenfalls kalkloser Grundsubstanz. Nach unten verschwinden nun die Knorpelzellen und an ihrer Stelle treten Globuli ossei auf. Die zentralen, rein und dunkelblauen, also wohl verkalkten Knorpeleinschlüsse in den primären Spongiosabälkchen stellen eine kontinuierliche Fortsetzung des kalklosen Knorpels dar und rühren noch aus einer Zeit her, wo die Kalkstörung entweder geringer war oder noch ganz fehlte. Zumeist fehlt aber die Interposition intakten kalklosen Knorpels zwischen Sinterknorpel und Spongiosa und auch in diesem Falle gestaltete sich der Übergang in der geschilderten normalen Weise. Von der Existenz einer Metaplasie von Knorpel zu Knochen konnte man sich nirgends überzeugen.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Die normale enchondrale Ossifikation ruht ganz. Zwar dringen Markgefäße in den Knorpel ein, aber diese Knorpelvaskularisation erfolgt in ganz pathologischer Weise, denn die Gefäße folgen nicht den Zellsäulen, brechen keine Kapseln auf, sind nur von etwas Bindegewebe, aber von keinen Osteoblasten begleitet, darum fehlt in Begleitung der eingedrungenen Gefäße die Knochenneubildung ganz. Nur vereinzelte der obersten Spongiosabälkchen enthalten einen blauen, verkalkten Knorpeleinschluß, an den sich das Knochengewebe globulär anlegt. Darum gibt es keine zusammenhängende, ihrer Höhe nach meßbare Schicht primärer Spongiosa.

f) Die sekundäre Spongiosa (*s Sp*) stellt eine 1400 µ, also sehr hohe Schicht von maximaler Dichtigkeit dar, die eigentlich nicht mehr den Namen Spongiosa verdient. Es handelt sich in der Tat um eine kompakte Knochenmasse, welche auf eine lange Strecke eine beträchtliche zylindrische Verdickung der Rippe, den schon erwähnten Rosenkranz, erzeugt, die sich unten konisch verjüngt und in den normalen Rippenschaft langsam ohne scharfe Grenze übergeht. Dieses Knochenmassiv erfüllt das ganze Innere der Rippe, ist in regelloser Weise von nicht sehr vielen Gefäßkanälen durchzogen, die außer dem Blutgefäß auch etwas Bindegewebe, manchmal auch eine Lage niederer, spindeliger Osteoblasten, selten eine Lymphocytengruppe enthalten. Das Knochengewebe hat reifen Typus, die Knochenzellen sind spärlich und klein und nebenbei auch häufig gruppenweise nekrotisch, was ein Effekt der Quetschung dieser abnorm beweglichen Schicht sein dürfte. Die Knochengrundsubstanz ist regellos faserig und entweder gänzlich kalklos oder es finden sich im Zentrum mancher Balken kleine Verkalkungsherde (bei *s Sp*).

g) Corticalis (*C*). Im Bereiche des Rippenschaftes ist die Corticalis aus reifem Knochengewebe und spärlichen, kleinen, stets gut gefärbten Zellen aufgebaut und von spärlichen Blutgefäßen durchzogen. Der Kalkgehalt der Corticalis ist gering, denn schon um jeden Gefäßkanal liegt eine breite Osteoidschicht, eine noch breitere aber auf der Periostfläche der pektoralen und der Endostfläche der pleuralen Corticalisseite. Manchmal enthält die Corticalis in der Mitte ihrer Dicke einen schmalen Kalkstreifen (*C*), ist aber im übrigen ganz kalklos. Im Bereiche der Spongiosa ist die Corticalis ganz kalklos und tritt als eigener Bestandteil eigentlich kaum hervor. Am oberen Ende gewinnt aber die Corticalis ihre Selbständigkeit wieder und ist ganz kalklos (*h*).

h) Periost. Daß das Periost an der Ossifikationsgrube die Rippe tief einschnürt und dabei der Ossifikationswulst besonders dick sein kann, sieht man an der Fig. 15. Ferner ist die zellige Periostschicht auf der pektoralen Seite manchmal verdickt. Sonst nichts Auffallendes.

i) Das Knochenmark in der großen Markhöhle ist rein zellig, ohne Fettzellen, die Gefäße mäßig reichlich. Bei der erheblichen Schnittdicke lassen sich bloß Lymphocyten, hellkernige Markzellen und mäßig viele, wohlausgebildete Riesenzellen unterscheiden.

k) Osteoid. Schon aus dem bisher Gesagten geht hervor, daß kalkhaltiges Knochengewebe in nennenswerter Menge im Schaft und nur ganz wenig in der Spongiosa zu finden ist, hingegen ist das obere Corticalisende, die Corticalis im Spongiosabereiche, die primäre Spongiosa gänzlich, die sekundäre fast gänzlich und die Schaftcorticalis zum großen Teile kalklos. Die Kalkgrenze ist fast stets körnig, und zwar bald schmal und feinkörnig, bald breit und grobkörnig. Die größte Dicke hat das Osteoid am oberen Corticalisende, auch noch sehr ansehnlich ist es in der Spongiosa und die geringste, aber doch noch ganz bedeutende Osteoidmenge findet sich in der Corticalis. Die Kalkmenge wurde an nach Kossa versilberten Gefrierschnitten gänzlich unentkalkten, alkoholfixierten Materials nachgeprüft. Diese Kalkfärbung ist von allen die verläßlichste.

Oberes Corticalisende..	8 Messungen,	144·0 μ Durchschnitt,	240 μ Maximum,	80·0 μ Minimum.
Spongiosa	22 »	117·0 μ »	176 μ »	56·0 μ »
Schaft.....	27 »	46·5 μ »	100 μ »	17·5 μ »

* * *

Fall 20. Weiße, weibliche Ratte, 192 *g* schwer, mit gelben, durchscheinenden Nagezähnen, im Laboratoriumsstall aufgewachsen. Das Tier ging spontan an Perforation eines alten Magenulkus ein. Doch muß die Perforation erst kurz vor dem Tode erfolgt sein, denn das Peritoneum war noch frei von Entzündung, während die Bauchhöhle mächtig von Gas aufgetrieben war. Es bestand ferner ein rachitischer Rosenkranz und auch sieben Spontanfrakturen an den Rippen konnten nachgewiesen werden. Die Ek. waren sehr groß.

Histologischer Befund. Das Material wurde 10 Tage in Müller entkalkt (Fig. 16).

a) Der verkalkte Rippenknorpel (*vK*) bildet mit der knöchernen Rippe einen auffallenden, wenn auch stumpfen, gegen das Thoraxinnere sich öffnenden Winkel. Die Knorpelzellen sehr groß, rund, mit kleinem, dunklem Kern und hellem Protoplasma. Die Verkalkung ist so gut wie in normalen Rippen. In der violetten Grundsubstanz mit den zahlreichen queren Rissen liegen mehr rotviolette, mehrere Zellen zusammenfassende Zonen, in die nur größere Risse hineinreichen. Die Kalkgrenze ist linear scharf und dunkelblau. Unter dem Perichondrium liegt, namentlich auf der pleuralen Seite, eine breitere, kalklose Knorpelschicht.

b) Ruhender Knorpel (*rK*). Diese Schicht ist durchschnittlich 350 μ, maximal 420 μ und minimal 300 μ hoch; sie beginnt oben mit schmalem Durchmesser, um sich gegen die Wucherungszone hin rasch zu verbreitern; dabei sind die seitlichen Ausbauchungen (*a*) nicht immer vorhanden. Die Grundsubstanz ist sehr reichlich, homogen, rotviolett. Die Zellen gleichmäßig verteilt, in kleinen Gruppen stehend, klein, mit dunklem Protoplasma und Kern, nur oben, am Übergang zum verkalkten Rippenknorpel, sind die Zellen groß, hell und haben einen helleren Kern.

c) Die Knorpelwucherungszone (*KW*) zeigt nur wenig Abweichung von der Norm. Die Schicht ist durchschnittlich 107 μ hoch, maximal 140 μ, minimal 98 μ. Das sind normale Zahlen. Die homogene, hellblauviolette Grundsubstanz ist oben reichlich, unten spärlich; die kleinen, spindeligen Zellen mit dem spärlichen, sattroten Protoplasma und dem kleinen, dunklen Kern stehen quer und dicht beisammen und formieren gut ausgebildete Säulen, deren Gesamtzahl größer ist als normal, denn die Rippe ist sehr verdickt. Auch streben die Säulen nicht, wie normal, mit ihren oberen Enden nach oben zusammen, sondern stehen etwa parallel zur Rippenachse. Auch die linsen- oder kappenförmige Gestalt der Schicht ist nicht zu sehen. Die Vorbereitung zur Zellvergrößerung der nächsten Schicht bereitet sich langsam vor.

d) Die präparatorische Verkalkungszone (*k—p*V, *k+h V*) zeigt auffallende Abweichungen von der Norm. Sie ist durchschnittlich 161 μ hoch, 210 μ im Maximum, 70 μ im Minimum, also deutlich, wenn auch nicht erheblich höher als normal. Der feineren Beschaffenheit nach zerfällt sie in zwei scharf abgegrenzte Schichten, von denen die obere höher, kalklos, 6 bis 8 Zellen hoch ist, das heißt 120 μ im Durchschnitt, 210 μ maximal und 56 μ minimal (*k—p V*), die untere, kalkhaltige, niedere 1 bis 8 Zellen hoch ist, das heißt 50 μ im Durchschnitt, 84 μ im Maximum und 14 μ im Minimum und stellenweise axial ganz fehlt (*k+p V*). Die Besprechung beider Schichten muß getrennt erfolgen.

In der oberen Schicht (*k—p V*) stehen noch die Zellen in deutlichen Säulen, die durch ganz kalklose, breitere, rein rot und gut mit Eosin gefärbte Grundsubstanzpfeiler getrennt sind. Die Zellen sind im Gegensatz zur Norm nicht alle groß, rundlich und hell, mit hellem Kern und Protoplasma, sondern wechseln mit kleinen, dunklen, sogar querspindeligen ab. So weist die ganze Schicht statt des normalen, hellbläulichweißen ein dunkler rotes Colorit auf.

In der unteren verkalkten Schicht (*k+p V*) stehen die stets großen und hellen Zellen auch noch in Säulen, aber die verkalkte Grundsubstanz zwischen ihnen ist stets rein und intensiv blau. Dabei ist die obere Kalkgrenze, wenn auch unregelmäßig, so doch linear scharf. Daher kommt es, daß der kalkhaltige Knorpel schärfer hervortritt als in normalen Fällen. Niemals aber zieht der Kalkstreifen ohne Unterbrechung von einer Seite zur anderen, ist stets zackig und fragmentiert und begibt sich in Form schmaler Züge in die Spongiosa hinein.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa (*pSp*). Die enchondrale Ossifikation spielt sich sehr träge ab. Die obersten Markräume stellen große, nach oben abgerundete Höhlen dar, die nach oben bald an kalkhaltigen bald an kalklosen Knorpel stoßen, neben häufigen Riesenzellen ein zellreiches, junges Bindegewebe mit einem zentralen

Blutgefäß enthalten, welches eng ist und stets einen intakten Endothelsaum aufweist. Nur gelegentlich sieht man ein Gefäß in eine Knorpelkapsel eindringen, aber Stellen, wo diese mit freiliegenden roten Blutkörperchen erfüllt sind, sieht man gar nicht. Osteoblasten fehlen. Nicht jeder Zellsäule entspricht ein Markraum, sondern die Markräume haben die Breite von mehreren Zellsäulen; dafür fehlen sie wieder auf eine längere Strecke ganz, so daß zwischen zwei Buchten ein einige Säulen enthaltendes verkalktes Knorpelstück in ein primäres Spongiosabälkchen taucht.

Die Bälkchen der an den zentralen Knorpeleinschlüssen erkennbaren primären Spongiosa (*pSp*) sind nieder, besonders dick, nicht parallel gestellt, bald miteinander in Verbindung tretend und in ausgiebigster Weise kontinuierlich in das Gewirr der sekundären Spongiosa übergehend. Die Schicht ist im Durchschnitt 142 μ hoch, maximal 255 μ, minimal 45 μ. Das Knochengewebe lagert sich an den Knorpel oft schön globulär an, die Knochenzellen sind spärlich, größer, heller, plumper als reife; die Grundsubstanz kalklos, nur ausnahmsweise sieht man nahe am Knorpeleinschluß den ersten Beginn der Verkalkung. Osteoblasten fehlen; die Markräume enthalten fibröses, gefäßarmes Mark.

f) Sekundäre Spongiosa (*sSp*). Im Bereiche dieser durchschnittlich 2475 μ, maximal 3000 μ, minimal 1200 μ hohen Schicht liegt jene der Dicke und Länge nach sehr beträchtliche Knochenauftreibung, die makroskopisch als Rosenkranz beschrieben wurde und fast dreimal so dick ist als die übrige knöcherne Rippe. Auch im inneren Aufbau zeigt die sekundäre Spongiosa beträchtliche Abweichungen. Die Knochenbälkchen sind sehr dick und bilden eine bald sehr dichte, bald mehr lockere Spongiosa, die seitlich und nach unten kontinuierlich in die Corticalis übergeht und im Gegensatz zur Norm keine sinnfällige Stützarchitektur verrät. Die Knochenbälkchen, die an Masse die Markräume stellenweise bei weitem übertreffen, besitzen alle einen enorm breiten Osteoidsaum und sind stets zentral verkalkt und dieser zentrale Kalkkern ist um so größer, je mehr wir uns von der Ossifikationsgrenze gegen die große Markhöhle hin bewegen.

Jedes Bälkchen ist von einer dicken Hülle fibrösen Bindegewebes (*c*) umsäumt, welches in kleinen Markräumen (*d*) den alleinigen Inhalt ausmacht, während große Markräume (*m*) außer diesem peripheren Bindegewebssaum zentral auch noch rein zelliges Mark aufweisen. Zwischen Bindegewebe und Knochen finden sich keine Osteoblasten, wohl aber sehr zahlreiche Osteoklasten. Diese besitzen ein homogenes, eosinrotes, scharf begrenztes Protoplasma, helle Kerne mit fein- und grobkörnigem Chromatin und haben durch lakunäre Resorption vielfach das kalkhaltige Zentrum der Knochenbälkchen bloßgelegt. Das zellige Mark ist bunt zusammengesetzt. Bei der zu Zellstudien wenig geeigneten Technik konnte man bereits große, helle, mäßig protoplasmahaltige Markzellen, Lymphocyten, polynukleäre Leukocyten und freiliegende rote Blutkörperchen unterscheiden, während die normaliter so kräftig entwickelten Knochenmarksriesenzellen weniger häufig, klein, zusammengeschrumpft waren, mit kaum sichtbarem Protoplasma und dunklem kleinem Kern.

g) Corticalis (*Sch*). Die nicht übermäßig dicke Corticalis ist meist nur auf der pleuralen Schaftseite kompakt mit spärlichen Gefäßkanälen; auf der pektoralen Seite aber, namentlich beim allmählichen Übergang in die Spongiosa, hat sich die Corticalis zu einem Balkenwerk aufgelockert. Trotz dieses allmählichen Überganges, der in auffallendem Gegensatz zu der scharfen Trennung von Corticalis und Spongiosa unter normalen Umständen entsteht, bildet auch hier die Corticalis einen eigenen Abschluß der Spongiosa nach außen und endet hoch oben mittels der Anschwellung *b* etwa im Niveau der Knorpelwucherungszone.

Die Corticalis enthält reichlich Osteoid, das im Schaftbereich bis zu einem Drittel der Knochendicke ausmacht, in der Höhe der Spongiosa streckenweise allein die Corticalis formiert, während das obere Corticalisende (*b*) fast regelmäßig ganz kalklos ist. Das meiste Osteoid findet sich an der Periostfläche der pektoralen und der Endostfläche der pleuralen Seite, während die Periostfläche der pleuralen und die Endostfläche der pektoralen Seite entweder weniger Osteoid oder oft osteoklastischen Abbau zeigen. Wo am Endost ein angebauter Osteoidsaum liegt (pleural), berührt das zellige Mark den Knochen direkt, wo daselbst Abbau erfolgt (pektoral), liegt zwischen Knochen und Mark ein dicker Bindegewebsstreifen. Das Knochengewebe der Corticalis hat überall den reifen Charakter, nur Sharpey'sche Fasern durchziehen namentlich die pektorale Corticalis und sind, weil selbst kalklos, rot und im kalkhaltigen blauen Knochen viel besser zu sehen als im roten Osteoid.

h) Das Periost zeigt außer einer geringen Verdickung seiner zelligen Schicht auf der pektoralen Seite nichts Auffallendes.

i) Das Knochenmark ist in der großen Markhöhle ausschließlich zellig, wie das bei der Spongiosa geschildert worden ist, nur daß hier grob eosinophil granulierte Zellen sehr zahlreich, dort spärlich sind.

k) Das Osteoid ist überall in der Rippe an allen Oberflächen zu sehen, mit Ausnahme jener, an denen durch lakunären Abbau kalkhaltiger Knochen bloßgelegt wurde. Es ist für die Häufigkeit des Osteoids bezeichnend, daß an einem Rippenschnitt 50 und mehr Osteoidmessungen ausgeführt werden konnten. Das Osteoid ist in bedeutendem Grade pathologisch verdickt und von reifem Bau. Osteoblasten fehlen, Osteoklasten, die das Osteoid abbauen, sind aber häufig. Die Grenze zwischen Osteoid und kalkhaltigem Knochen ist bald eine scharfe, lakunäre Kittlinie, bald eine körnig-krümelige Übergangszone, die bald schmal und feinkörnig, bald breit und grobkörnig ist. Am dicksten ist das Osteoid im oberen Corticalisende, schon weniger in der Spongiosa, in der auch ganz kalklose Bälkchen vorkommen, und am schmälsten in der Corticalis.

Spongiosa.....	33	Messungen,	33 μ	Durchschnitt,	85·0 μ	Maximum,	5·0 μ	Minimum.
Corticalis	17	»	22 μ	»	47·5 μ	»	2·5 μ	»
Oberes Corticalisende	9	»	85 μ	»	119·0 μ	»	5·6 μ	»

* * *

Fall 21. Der Ablauf dieses Versuches ist etwas komplizierter als in den anderen Fällen. Es wurde nämlich diese weibliche Ratte mit einem Gewicht von 165 *g* und intakten, gelben und durchscheinenden, also anscheinend ganz normalen Nagezähnen in den Versuch eingestellt, aber ursprünglich nicht in den vorliegenden, sondern zu anderen Zwecken in einer anderen Versuchsreihe. Der Versuch begann damit, daß dem Tier eine Rippe reseziert und die rechte Fibula frakturiert wurde. Im Gegensatz zu dem konstant durchgeführten 15tägigen Kallus unserer vorliegenden Versuchsreihe wurde bei diesem Tiere die Fibulafraktur durch 45 Tage der Heilung überlassen und dann erst reseziert, wobei sich die Frakturstelle als schon ganz fest vereinigt erwies. Gelegentlich dieser zweiten Operation wurde ferner das Körpergewicht 163 *g* groß gefunden und auch konstatiert, daß die Nagezähne wohl noch gelb und intakt waren, aber nicht mehr so völlig durchscheinend wie zu Anfang des Versuches. So wurde der Verdacht rege, daß sich hier eine Rachitis zu etablieren beginne und darum das Tier noch weiter im Auge behalten. 30 Tage nach der zweiten Operation wurde dem Tier die linke Fibula frakturiert und bei dieser Gelegenheit festgestellt, daß die Nagezähne nunmehr ausgesprochen opak waren, und zum Zeichen ihrer herabgesetzten Konsistenz brach beim Beißen in die Zange die Spitze des linken oberen Nagezahnes ab. Während nun die zweite Fibulafraktur der Heilung überlassen wurde, brachen der rechte untere und der linke obere Nagezahn spontan zur Hälfte ab, wie 10 Tage nach der letzten Operation konstatiert wurde. Um dem linken Fibulakallus den Vergleichswert nicht zu nehmen, wurde auch er 45 Tage der Heilung überlassen und dann das Tier getötet. Bei der Obduktion war zunächst ein erheblicher Gewichtssturz zu verzeichnen, das Tier wog nunmehr 137 *g*, hat also gegen das Anfangsgewicht 28 *g* verloren und die Ursache dafür war eine ausgedehnte Pneumonie und eine geringe Scabies. Die Nagezähne waren noch immer gelb, opak, aber in ihrer Länge wieder normal, die Ek. schienen ganz klein, es bestand ein ausgesprochener Rosenkranz und zwei große neben einem kleinen Rippenkallus und die linke Fibula war an der Bruchstelle noch sehr deutlich, aber wenig beweglich.

Nach dem bisher Gesagten schien der Fall darum von großem Interesse zu sein, weil wir ein Tier vor uns haben, bei dem sich vor unseren Augen etwa im Verlaufe von 3 Monaten eine Rachitis entwickelte und wir aus der anscheinend normalen Zeit eine Rippe und einen 45tägigen Fibulakallus in der Hand hatten und dieses Material mit einem gleich alten Kallus und dem Skelett aus der Zeit der Rachitis zu vergleichen in der Lage waren. Es schien sehr gut zu passen, daß der erste Fibulacallus schon ganz fest, der zweite aber noch etwas beweglich war und daß die Ek. nicht vergrößert erschienen, denn die Ek.-Vergrößerung ist erst die Folge, nicht die Ursache der Rachitis. Der einzige Umstand, daß das Tier zum Schluß infolge Pneumonie und Scabies kachektisch wurde, trübte einigermaßen den Vergleichswert beider Materialgruppen. Die folgende histologische Untersuchung der Halsorgane, Zähne, der Fibulae und Rippen aus beiden Versuchsperioden wird zeigen, was an der bisher gewonnenen Anschauung richtig ist und was zu korrigieren blieb.

Histologischer Befund.

A. Die beim Versuchsbeginn resezierte Rippe. Das Material wurde 2 Tage in Müller entkalkt (Fig. 17).

a) Der verkalkte Rippenknorpel (*vK*) besitzt große, helle Zellen mit kleinem, dunklem Kern und dunkelblauer, dicker Kapsel. Die dunkelblaue Farbe der Grundsubstanz verliert sich am Rande unscharf und diese ist reich an queren Rissen.

b) Der ruhende Knorpel (*rK*). In der rotvioletten, homogenen Grundsubstanz liegen große, helle Zellen mit großem, hellem Kern, die gegen die Seitenbuchten (*a*) kleiner werden, aber hell bleiben. Die Schicht ist im Durchschnitt 324 μ hoch, maximal 405 μ, minimal 270 μ.

c) Die Knorpelwucherungszone (*KW*) ist durchschnittlich 144 μ hoch, maximal 150 μ, minimal 75 μ. Die Schicht ist in toto etwas nach unten ausgebogen. Die blauviolette Grundsubstanz ist zwischen den Zellsäulen heller als zwischen den Zellen in den Säulen. Die kleinen, dunklen, querspindeligen Zellen, deren Kerne manchmal etwas lichter sind, formieren nach oben zusammenstrebende Säulen.

d) Die präparatorische Verkalkungszone (*pV*) ist durchschnittlich 106 μ, maximal 135 μ, minimal 90 μ und ebenfalls in toto nach unten etwas ausgebogen. Die großen, sich polygonal abplattenden Zellen haben alle einen großen, runden, hellen Kern und ein helles, manchmal sternförmig geschrumpftes Protoplasma und setzen Säulen zusammen, die parallel zur Rippenachse und dicht zusammenstehen. Die Grundsubstanz ist verkalkt, dunkelblau, doch klingt die dunkle Farbe, nach oben ganz langsam lichter werdend, ab und nach unten wird sie immer dunkler, am dunkelsten ist sie in den Knorpeleinschlüssen der primären Spongiosa. In der Schicht der obersten 2 bis 3 schon großen, hellen Zellen fehlt die Verkalkung der Grundsubstanz manchmal ganz, weiter unten beginnt sie mit Verkalkung der Kapseln und erst in der unteren Hälfte der Schicht oder gar erst in der primären Spongiosa ist alle Grundsubstanz homogen verkalkt.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Das Bild der enchondralen Ossifikation gleicht dem normalen. Fast in jeder Zellsäule dringt eine Kapillare vor, die so breit ist als die Säule selbst, am oberen Ende keine Endothelwand besitzt, so daß sich das Blut frei in die eröffneten Kapseln ergießt. Die Gefäße dringen in einer Reihe vor und die Grundsubstanzsepta zwischen den aufgebrochenen Zellsäulen bleiben in der Regel erhalten. Schon unterhalb der höchsten eröffneten Kapsel sieht man prächtige Osteoblasten auftauchen, welche auch sofort auf den Knorpel einen Knochensaum apponieren, der eben bis tief hinunter darum sehr dünn bleibt, weil zwischen je zwei primären Spongiosabälkchen die ohnehin schmale primäre Markbucht oft so voll gepfropft ist von Osteoblasten, daß für die Kapillare selbst oft nur ein enger Raum übrig bleibt. Die primären Spongiosabälkchen sind zahlreich, stehen parallel zueinander (*pSp*) und bilden eine sehr gut ausgeprägte Schicht, die durchschnittlich 224 μ hoch ist, maximal 330 μ, minimal 75 μ, Der Knochenanwurf ist total verkalkt, zeigt nirgends Osteoidsäume.

f) Die sekundäre Spongiosa (*sSp*) ist durchschnittlich 640 μ hoch, maximal 1275 μ, minimal 525 μ, geht oben aus der primären Spongiosa hervor und besteht aus dickeren, in weiten Abständen voneinander stehenden, durchaus nicht parallelen Knochenbalken, die nach unten zu und seitlich sich als Stützbalken (*b*) der Corticalis anschmiegen. Die Zahl der Bälkchen ist gering, so daß sie in manchen Schnitten nur in einigen wenigen Exemplaren vorliegen. Obwohl die Balken von prächtigen Osteoblasten umlagert sind, sind sie sehr gut verkalkt und Osteoidsäume sind zwar vorhanden, aber nicht sehr viele. Immerhin ist das Osteoid deutlich etwas dicker als normal und auch häufiger, denn die 13 Messungen (siehe unten) konnten alle an einem Schnitt erhoben werden, während man bei einer ganz normalen Rippe an der Spongiosa oft nichts zu messen findet.

g) Die Corticalis (*C*) ist in ihrer Selbständigkeit durchaus bis zum oberen Ende gewahrt, welches die obere Grenze der Knorpelwucherungszone erreicht. Sie ist dünn, kompakt, besteht aus reifem Knochengewebe und enthält das meiste Osteoid. Dieses ist am dicksten auf der pleuralen Endostseite (*c*). Die Kalkgrenze ist manchmal verbreitert und grobkörnig. Das obere Corticalisende ist besonders kernreich und bis nahe an die Spitze kalkhaltig.

h) Das Periost ohne Besonderheiten.

i) Im zelligen Knochenmark liegen spärliche Fettzellen (*d*); die groß- und hellkernigen Zellen überwiegen über die klein- und dunkelkernigen. Die Riesenzellen sind mäßig an Zahl und gut entwickelt.

k) Das Osteoid wurde an drei Stellen gemessen. 1. an der sekundären Spongiosa, 2. an der Corticalis, 3. am oberen Corticalisende.

1. 13 Messungen,	6·4 μ Durchschnitt,	12·5 μ Maximum,	2·5 μ Minimum.
2. 17 »	13·8 μ »	70·0 μ »	5·0 μ »
3. 4 »	17·1 μ »	25·0 μ »	10·0 μ »

* * *

B. Rippen vom Sektionsmaterial (Fig. 18). Das Material wurde 4 Tage in Müller entkalkt.

a) Der verkalkte Rippenknorpel (*vK*) zeigt gegen früher gar keine Abweichungen.

b) Der ruhende Knorpel (*rK*) ist durchschnittlich 353 μ hoch, 400 μ maximal, 272 μ minimal. Die Zellen sind axial groß, hell und haben einen großen, runden, hellen Kern (*rK*). Gegen die Seitenausbauchung zu sind die Zellen klein, zahlreicher, oft in allen Teilen blau. In der homogenen, rotvioletten Grundsubstanz laufen violette Züge, die bald axial liegen, sehr zahlreich sind und senkrecht absteigen, bald seitlich liegen, spärlich sind und nach unten von beiden Seiten konvergieren, bald überhaupt fehlen.

c) Die Knorpelwucherungszone (*KW*) ist durchschnittlich 172 μ hoch, 320 μ maximal, 80 μ minimal. Ihre obere Grenze ist meist geradlinig oder nach unten leicht ausgebogen, während die untere Grenze stark konvex ist, so daß die Schicht axial sehr viel dicker ist als an den Seiten. In der homogenen, blauvioletten Grundsubstanz liegen die kleinen, dunklen, querspindeligen Zellen, die nach oben zusammenstrebende Säulen zusammensetzen, in denen die Grundsubstanz dunkler ist als zwischen den Säulen.

d) Die präparatorische Verkalkungszone (*k—pV*) ist durchschnittlich 1344 μ hoch, maximal 1680 μ, minimal 1140 μ. Es liegt somit ein ungemein hohes Massiv aus Knorpelgewebe vor, welches in der Zeit, seitdem die Verkalkung mangelhaft und der vaskuläre Abbau ausgeblieben ist, von der Knorpelwucherungsschicht aufgetürmt worden war und wie eine lange, breite Schürze derart in den knöchernen Rippenteil hinunterhängt, daß die Corticalisenden die Masse seitlich umfassen und ihr unteres Ende durch ein innen vorspringendes Ringgesims (*f, f*) stützen. Eine Spongiosa (*g*) hilft nur sehr wenig beim Stützen der Knorpelmasse mit, ja fehlt sogar oft in diesem Falle, so daß das untere Knorpelende in direktem Kontakt mit dem Mark der großen Markhöhle steht.

Der Hauptmasse nach ist das Knorpelgewebe kalklos und erscheint ganz hell (*k—pV*) mit einem violetten Stich. Die Zellen variieren außerordentlich und verleihen dem Knorpel ein unruhiges Bild. Sie sind durchschnittlich kleiner als wir sie normaliter in dieser Schicht zu finden pflegen. Ihre Form ist bald rundlich, polygonal, bald ganz platt; der Kern bald rund, groß und hell, bald klein, dunkel und sternförmig geschrumpft; das Protoplasma bald ganz licht und locker, bald dunkel und sternförmig geschrumpft; die Farbe wechselt von ganz licht- bis dunkelblau. Im allgemeinen liegen die Zellen mit regressiven Veränderungen in den axialen Partien, wo sie sehr hohe, parallel zur Rippenachse stehende Säulen zusammensetzen, die gar nicht dicht zusammenstehen, weil die bald homogene, bald ebenfalls regressiv veränderte, längs aufgefaserte und dann blau, selten intensiv rot gefärbte Grundsubstanz sehr reichlich entwickelt ist. Die gleichmäßig beschaffenen, hellen, wohlerhaltenen Zellen jedoch liegen hauptsächlich oben in den seitlichen Partien (*h*), wo sie nach oben auseinanderstehende und dicht beisammenliegende Säulen zusammensetzen.

Ist wohl der größte Teil des Knorpels kalklos, so fehlt die Verkalkung durchaus nicht ganz. Sie findet sich in jeder Rippe und bevorzugt in auffallender Weise die der Corticalis am nächsten liegenden peripherstenen Knorpelteile, bald näher oben (*b*), bald tiefer unten (*c*), bald entlang der ganzen Höhe. Die Menge dieser Verkalkung ist nicht gar so gering und erfährt in den mittleren (nicht in den obersten) Rippen an zwei typischen Stellen sogar noch eine Steigerung, nämlich etwa an der Grenze zwischen oberem und mittlerem Höhendrittel der Schicht (*e*) und dann an ihrem unteren Ende (*d*). An diesen beiden Stellen schiebt sich die Verkalkung weiter gegen die Rippenachse vor, ohne sie zu erreichen. Aber an Tangentialschnitten zu Anfang und Ende der Serie überbrückt diese Verkalkung in der Tat die ganze Rippenbreite. Nach Schmorl dürfte es sich hier zumindest bei *e* um eine Remissin handeln, die vor einiger Zeit da war.

Das Bild der Knorpelverkalkung ist das für Rachitis gewöhnliche. Die Grundsubstanz schwarzblau gefärbt, die Grenze der Verkalkung aufs klarste vorliegend in Form einer lockeren und grobkörnigen Übergangszone, wie man das sonst nur am Knochengewebe zu sehen gewohnt ist. Stellenweise betrifft die Verkalkung die Grundsubstanz mit Ausschluß der Knorpelkapseln. An der Kalkgrenze endlich zeigen die Knorpelzellen sehr oft eine bald feiner, bald gröber granuläre Beschaffenheit des Protoplasmas mit sattroter Färbung der Granula.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Von einer regulären enchondralen Ossifikation ist hier nur in sehr geringem Ausmaße die Rede. Aber die pathologische Knorpelvaskularisation ist gar nicht gering. Zum Teile dringen die Markgefäße geradeaus von unten hinauf in den Knorpel hinein (*i*), zum Teil aber in folgender Weise von der Seite. Zwischen der Knorpelmasse und der sie einhüllenden Corticalis liegt ein Spalt, in den vom Mark her sehr weite Blutgefäße mit kapillarer Wandbeschaffenheit bis hoch hinauf vordringen (*k*) und entlang der ganzen Strecke kleinere Nebenäste in den Knorpel hinein entsenden. Enge Gefäßstämmchen, welche in oft stark schräger Richtung die

Corticalis vom Periost her durchziehen (*l*) und in die weiten, aufsteigenden Randgefäße *k* einmünden, stellen eine Kommunikation her zwischen dem Gefäßgebiet des Periosts und Knochenmarks.

Die den Knorpel durchziehenden Gefäße schwanken von Kapillaren bis zu mittleren Dimensionen, liegen einzeln oder durch Bindegewebe zu Büscheln vereinigt und nehmen ihren Weg durch die Grundsubstanz, während Kapseleinbrüche nur ganz vereinzelt vorliegen. In einigem Umkreis um die eingedrungenen Gefäße hat der Knorpel seine Basophilie ganz eingebüßt, aber Auflösung des Knorpels sieht man derzeit wenigstens nicht. Am unteren und seitlichen Rande der Knorpelmasse sind die die Gefäße enthaltenden Kanäle im Knorpel auf eine ganz kurze Strecke mit Knochen ausgekleidet, der sich im Gegensatz zu den Bildern normaler Ossifikation nicht konvex, sondern konkav buchtig gegen den Knorpel begrenzt, am lateralen Knorpelrande manchmal eine ganz kurze Brücke zur Corticalis entsendet und so hier den Knorpel auf den Schaft stützt.

An seinem unteren Rande stützt sich die Knorpelmasse auf Knochenbälkchen (*g*), die keinen Knorpeleinschluß aufweisen, also zur sekundären Spongiosa zu rechnen sind, mehr gegen den Rand liegen und dort an der Corticalisinnenfläche ihrerseits eine Stütze finden. Gerade oberhalb solcher Stützbalken sieht man in diesem Falle typischen Sinterknorpel liegen, dessen Zellkerne pyknotisch sind oder fehlen, während die Zellen selbst plattgedrückt oder bis zum vollständigen Kollaps der Kapseln verschwunden sind. Doch findet sich Sinterknorpel im allgemeinen wenig, denn die Unterstützung des Knorpels durch Knochenbälkchen ist nur selten vorhanden, so daß der Knorpel zumeist in direktem Kontakt steht mit dem zelligen Mark der großen Markhöhle und an solchen Stellen sind die Zellen des kalklosen Knorpels rund. Nebenbei kommen am unteren Knorpelrande jene auch in anderen Fällen erwähnten Bilder vor, bei denen es nach der Hämalaun-Eosinfärbung allein schwer ist zu entscheiden zwischen im Knorpel steckenden, knöchernen Globuli und veränderten Knorpelzellen.

Im Gegensatz zu der bisher geschilderten pathologischen Vaskularisation des Knorpels findet man in seinen verkalkten Randpartien (*b, c, e*) mehr das normale Bild enchondraler Ossifikation. Denn Blutgefäße eröffnen die Knorpelkapseln und schaffen so große Räume, die gefäßreiches Bindegewebe und auch Globuli ossei enthalten, welche sogar verkalken können. Ganz normal ist übrigens auch dieser Ossifikationsprozeß nicht, denn er liegt im Verhältnis zur Menge des verkalkten Knorpels doch nur in geringer Menge vor und die die Kapseln aufbrechenden Gefäße haben keineswegs die Neigung, den Zellsäulen in der Richtung nach aufwärts nachzugehen.

Eine primäre Spongiosa im Sinne einer eigenen Schicht von Balken, die vom unteren Knorpelrand abgehen und zentral Knorpel einschließen, fehlt hier ganz und die in der vorrachitischen Zeit bestandene primäre Spongiosa ist spurlos resorbiert. Was wir aber gelegentlich der pathologischen und der einigermaßen normalen enchondralen Ossifikation an Knochenproduktion gesehen haben, ist quantitativ sehr gering und überdies nicht als Schicht hervortretend, sondern ins Knorpelmassiv eingebaut.

f) Die sekundäre Spongiosa besteht aus im ganzen spärlichen Bälkchen, die in weiten Abständen voneinander liegen (*g*), selten ein zusammenhängendes Balkenwerk formieren, in manchen Schnitten vereinzelt vorliegen, in anderen ganz fehlen. Bei diesem zum Schlusse kachektisch gewordenen Tiere ist also die Spongiosa sehr gering entwickelt, wie wir das bei schwerem Marasmus im Falle 22 noch besser sehen werden. Das Gebiet, in dem sich diese äußerst dürftige Spongiosa findet, ist eigentlich sehr hoch, 1648 μ im Durchschnitt, 2240 μ maximal und 1120 μ minimal hoch. Diese Spongiosa hält mehr die Corticalis zusammen und stützt den Knorpel nur ausnahmsweise. Die besondere Höhe der Spongiosa dürfte so entstanden sein, daß ihr Abbau von der Markhöhle her unterblieb und das Gebiet, welches früher die primäre Spongiosa einnahm, nach deren Abbau von der sekundären Spongiosa okkupiert wurde, ein Vorgang, der an den nach abgeschlossenem physiologischen Längenwachstum eintretenden erinnert.

Die Bälkchen selbst sind breit, der Hauptsache nach verkalkt, stellenweise aber auch mit pathologisch breiten Osteoidsäumen umgeben. Die Osteoblasten sind bald gut entwickelt, bald nieder, bald fehlen sie ganz. In den sehr großen Markräumen liegt dasselbe zellige Mark wie in der großen Markhöhle, mit der es breit zusammenhängt und bis zur Unterfläche der Knorpelmasse reicht.

g) Die Corticalis ist kompakt, in ziemlichem Ausmaß verkalkt (*m*), führt aber auch bedeutende Mengen von Osteoid, so vor allem auf der pektoralen Periost- (*n*), weniger auf der Endostfläche (*o*) und endlich in den Gefäßkanälen. Der den Knorpel umgreifende obere Corticalisabschnitt (*r*) ist auffallend kalkärmer und das oberste Corticalisende, das bald fast bis zur Knorpelwucherungszone reicht (*s*), bald kaum bis zur halben Höhe der präparatorischen Verkalkungszone (*t*), ist auf eine sehr lange Strecke kalklos.

Die interessanteste Stelle der Corticalis ist die, wo sie genau in der Höhe des untersten Knorpelrandes in Form eines inneren, besonders kalkarmen Ringgesimses verdickt ist, das den Knorpel stützt (*ff*). Nur manchmal

entspricht dieser Stelle auch am Periost eine Vorwölbung. Es ist leicht nachzuweisen, daß diese kalkarme, gesimsförmige Corticalisverdickung, die sich konstant an derselben Stelle in den meisten Rippen findet, der Effekt einer Spontanfraktur ist. Durch die Mitte der Corticalisdicke zieht gerade an dieser Stelle oft ein kalkhaltiger Streifen (*p*), der sehr oft an einer oder zwei Stellen, auf einer oder beiden Seiten der Rippe zerbrochen ist. Der Frakturspalt, der mit Detritus gefüllt ist, ist oft sogar etwas in das umgebende Osteoid hineingerissen und die Knochenzellen des umliegenden, verkalkten und kalklosen Knochengewebes sind nekrotisch: Ein Effekt der Gewebsquetschung beim Entstehen der Fraktur und bei Bewegung der Frakturstelle. Auch kleine Inseln von Knorpel finden sich, namentlich im Osteoid des Frakturbereiches, und manchmal liegt der Knorpel nur noch in Resten vor, in die kalkhaltiges oder kalkloses Knochengewebe globulär eingebaut ist. Man kann somit von knorpeligen und enchondralen Kalluspartien sprechen, die auf ein verschiedenes Alter der Fraktur hindeuten.

Daß aber diese Spontanfraktur immer wieder an der gleichen typischen Stelle erfolgt, hat den folgenden Grund. Die große Masse kalklosen Knorpels (*k—p*V) haben wir uns eigentlich nicht als weiches Gebilde vorzustellen, weil es ja zirkulär am Rande (*b, c, e*) eine Versteifung in Form von Verkalkung der Grundsubstanz erhalten hat. Nebenbei bemerkt ist die Bevorzugung des Knorpelrandes bei der Verkalkung ein Beispiel für die mechanische Bedingtheit solcher lokaler Bevorzugung der Verkalkung. Die Auftürmung des ungemein hohen Knorpelmassivs fällt in die Zeit der Rachitis und ebenso auch die Ausbildung des von *f* bis *s* reichenden Corticalisstückes, dessen Längenwachstum ja mit dem Knorpelwachstum zum Teil (*s*), aber nicht immer (*t*) gleichen Schritt hält. Weil aber das Corticalisstück *f—s*, welches gerade die ganze Knorpelmasse in sich schließt, in die Rachitiszeit fällt, ist es im wesentlichen kalklos geblieben und es resultiert daraus das folgende Verhalten: In der durch die fast ganz weiche Corticalis umgrenzten Lichtung steckt ein durch randständige Kalkversteifung festgemachter Knorpelzylinder wie ein Holzpfropfen in einem weichen, dünnwandigen Gummischlauch und es ist klar, daß bei Biegungsversuchen, wie sie bei der mechanischen Inanspruchnahme des Knochens vorkommen müssen, die Corticalis gerade im Niveau des unteren Knorpelendes einknicken wird. Darum die Fraktur immer an der gleichen Stelle.

Indem der Kallus an der Endostfläche ein innen vorspringendes Ringgesimse hervorbringt, dieses auf der das Mark berührenden Fläche (*f* rechts) in sehr passender Weise durch Kalkeinlagerung eine Versteifung bekommt und der Sims selbst sich auf den hier ebenfalls verkalkten Knorpel (*c*) aufstützt, gewinnt die dem Biegungsbruch so sehr ausgesetzte Corticalisstelle an Festigkeit, wenn dies auch nur als Provisorium angesehen werden kann. So stützt sich also mittels des Gesimses eher die Corticalis auf den Knorpel als umgekehrt und wir verstehen erst jetzt, warum der Kallus sich eigentlich fast gar nicht auf der Periostfläche der Rippe vorwölbt, sondern nur nach innen. Hier findet er nämlich am Knorpel einen passenden Stützpunkt zur Versteifung der Corticalis und ebenso sind jene Spongiosabälkchen zu deuten, die etwas tiefer von der Corticalis abgehen und zur Unterfläche des Knorpels hinziehen.

Spontanfrakturen im obersten Rippenabschnitt an einer sich typisch wiederholenden Stelle kamen im Falle 18 vor, wo aber der Grund für eine solche typische Lokalisation nicht so klar vorlag wie in diesem Falle.

h) Periost ohne Besonderheiten.

i) Im ausschließlich zelligen Knochenmark überwiegen die groß- und hellkernigen Zellen über die klein- und dunkelkernigen und die mäßig vielen Riesenzellen sind zum Teil gut entwickelt, zum Teil aber klein und dunkel.

k) Das Osteoid wurde an 4 Stellen gemessen: 1. an der sekundären Spongiosa, 2. an der Corticalis. 3. am oberen Ende derselben, 4. an der Corticalisbruchstelle.

1.	18	Messungen,	15·0 μ	Durchschnitt,	32 μ	Maximum,	8 μ Minimum.
2.	37	»	47·5 μ	»	128 μ	»	8 μ »
3.	14	»	62·2 μ	»	160 μ	»	16 μ »
4.	33	»	94·9 μ	»	224 μ	»	16 μ »

* * *

Fall 22. Weiße, weibliche Ratte, im Laboratoriumsstall geboren und aufgewachsen, etwa 1 Jahr alt, trotzdem zwerghaft klein und nur 78 *g* schwer, hochgradig kachektisch, mit schwerster Scabies an Ohren, Schwanz und Beinen behaftet. Die Nagezähne intakt, gelb, durchscheinend, tadellos.

Die Geschichte dieses Tieres ist die folgende. In der ersten Zeit wurde es, wie alle Tiere, in einem mäßig geräumigen Drahtkäfig gehalten, dann lange Zeit sehr unhygienisch in einem Glasgefäß und hier blieb es im Wachstum stark zurück. Im Alter von 7 Monaten kam es aus und lief durch 3 Monate frei im Stall umher, ohne eingefangen werden zu können. Als dies schließlich gelang, kam es in einen besonders geräumigen Drahtkäfig zu anderen Tieren, wo es 2 Monate verblieb, und hier erst akquirierte es Scabies und wurde kachektisch, so wie es oben beschrieben ist. Es wurde dem Tiere nun die rechte Fibula frakturiert, um zu sehen, wie der Kallus bei einem Tier aussehen werde, das hochgradig kachektisch ist, aber, nach dem Aussehen der Nagezähne zu urteilen, frei ist von Rachitis. Doch konnte der Versuch nicht zu Ende geführt werden, da das Tier 10 Tage post operationem starb.

Die Obduktion ergab einen überraschenden Befund. Das Gewicht war noch ein wenig gesunken, es betrug 73 *g*, die Nagezähne waren tadellos, der Fibulakallus sehr dürftig und die Bruchstelle natürlich noch ganz beweglich. Nach den Ek. wurde, aus Schonung für das Präparat, das durch den nicht mehr frischen Zustand des Kadavers gelitten haben mußte, gar nicht gesucht, und nun kommt etwas, was nach dem Aussehen der Nagezähne gar nicht zu erwarten war, nämlich deutliche Zeichen von Rachitis. Die vorderen Enden der knöchernen Rippen auf eine lange Strecke breit und an sehr vielen Rippen zahlreiche, harte, kleine, aber auch einige große und weiße Kallus. Die histologische Untersuchung wird diesen Widerspruch zwischen dem makroskopischen Befund der Nagezähne und Rippen aufzuklären haben.

Histologischer Befund (Fig. 19). Das Material wurde 6 Tage in Müller entkalkt.

a) Der verkalkte Rippenschaft (*vK*) enthält große Zellen, eine dunkelblau gefärbte Grundsubstanz mit wenigen oder ganz fehlenden Querspalten. Die blaue Farbe verliert sich am Rande meist unscharf.

b) Der ruhende Knorpel (*rK*) ist im Durchschnitt 275 μ hoch, maximal 400 μ, minimal 160 μ. In der homogenen, reichlichen, hellrotvioletten Grundsubstanz liegen axial große, meist helle, selten dunkelblaue Zellen, die gegen den Rand stets kleiner und dunkler werden. Die seitliche Ausbauchung ist sehr wenig ausgebildet (*a*) oder über die nächst untere Schicht hinuntergestülpt (*b*).

c) Die Knorpelwucherungsschicht (*KW*) ist im Durchschnitt 93·8 μ hoch, maximal 128 μ, minimal 48 μ. Die Schicht ist also recht nieder. Sie ist nach oben nicht scharf begrenzt, ihre Grundsubstanz ist sehr reichlich, homogen, bald wie gewöhnlich hellblauviolett, bald aber in ganz ungewöhnlicher Weise so rotviolett wie die nächstobere Schicht. Die kleinen, querspindeligen Zellen haben oft bis hoch hinauf helle Kerne und ein helles Protoplasma und bilden spärliche, niedere Säulen.

d) Die präparatorische Verkalkungszone (*pV*) ist durchschnittlich 73·8 μ hoch, maximal 144 μ, minimal 32 μ. Die Schicht hat einen geraden Verlauf, ist nirgends unterbrochen und tritt scharf hervor. Die rundlich polygonalen Zellen sind kleiner als sonst in dieser Schicht, bald ganz hell, bald mehr als sonst blau gefärbt. Sie liegen in Säulen. Die homogene, vollständig verkalkte, intensiv schwarzblau gefärbte Grundsubstanz ist wegen der Kleinheit der Zellen reichlicher als normal und die Verkalkung endet nach oben mit auffallend scharfer Linie.

e) Von enchondraler Ossifikation ist nirgends etwas zu sehen. Nirgends sieht man Kapillaren in den Knorpel vordringen, sondern dieser steht mit dem weitaus größten Teile seiner Unterfläche direkt in Kontakt mit dem zelligen Mark der großen Markhöhle (Fig. 19) und wird nur in ganz träger Weise von einigen flach anliegenden Riesenzellen abgebaut, die ein dunkles Protoplasma und dunkle Kerne besitzen, deren Chromatinstruktur der der menschlichen Plasmazellen gleicht. Bei diesem Abbau bleiben oft die Knorpelzellen noch intakt, nachdem ihre Kapsel schon zum Teil abgetragen ist. Von einem zusammenhängenden Lager der primären Spongiosa kann man auch nicht reden, denn nur hie und da stößt man auf ein Bälkchen mit zentralem Knorpeleinschluß, einen ganz dünnen, stets vollständig verkalkten Knochenanwurf, der nirgends einen osteoiden Saum aufweist, nirgends von Osteoblasten umgeben ist, im Gegenteil, manchmal einen in einer Lakune liegenden Osteoklasten zeigt. Es handelt sich somit um eine durch lakunäre Resorption fortschreitende Atrophie der präparatorischen Verkalkungszone und der primären Spongiosa, welch letztere bis auf spärliche Reste verschwunden ist.

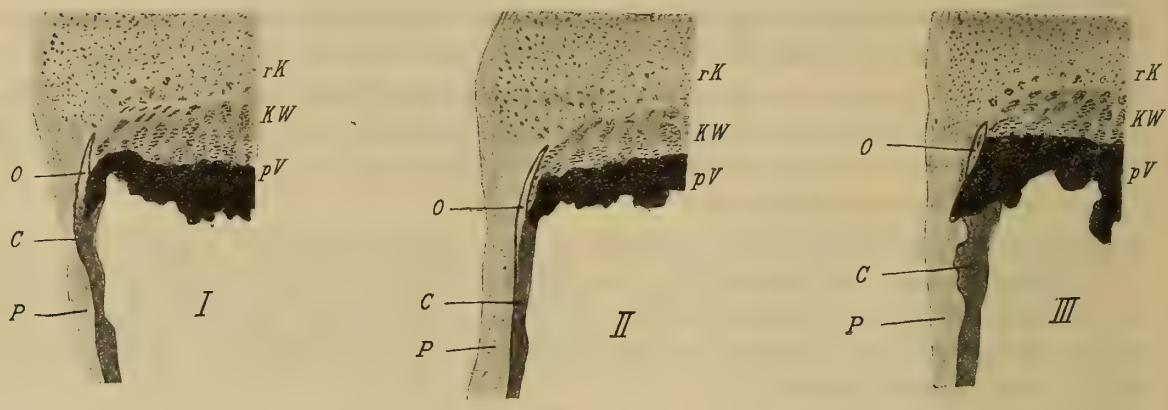
f) Die sekundäre Spongiosa (Fig. 19, *sSp*) liegt als Schicht ebensowenig vor wie die primäre, denn nur hie und da findet man ein dünnes, aus reifem Knochengewebe bestehendes Bälkchen, das kaum irgendwo einen unscheinbaren Osteoidsaum besitzt, nirgends von Osteoblasten umgeben ist, nicht selten jedoch von Osteoblasten lakunär abgebaut wird. Unten stützt sich das Bälkchen auf die Corticalis, oben geht es in ein primäres Spongiosabälkchen über oder stützt den Knorpel direkt, das heißt das Knochenbälkchen enthält bis zu seiner Berührung mit dem Knorpel keinen Knorpeleinschluß. Wenn auch die sekundären Spongiosabälkchen vielleicht etwas häufiger zu sehen sind als die

primären, so gibt es doch Schnitte genug, in denen jegliches Bälkchen fehlt und dann sieht die Rippe eigentlich aus wie ein Zylinder aus zelligem Mark, der seitlich von der Corticalis begrenzt, oben von verkalktem Knorpel überdacht ist. Also auch die sekundäre Spongiosa zeigt hochgradige fortschreitende, schon bis nahe zum völligen Schwunde gediehene Atrophie.

g) Die Corticalis (*C*) ist äußerst dünn, besteht aus reifem Knochengewebe, ist im wesentlichen verkalkt und diejenige Stelle in der Rippe, wo Knochengewebe allenfalls noch in greifbarer Menge vorkommt. Die periostale Fläche ist zumeist lakunär begrenzt, also im Abbau, die endostale weist häufiger einen Osteoidsaum auf; die am oberen Ende für gewöhnlich vorhandene Ausbauchung der Rippe fehlt ganz: Es handelt sich um eine konzentrische Atrophie der Corticalis. Von einigem Interesse ist hier das obere Corticalisende. Wenn wir von den minimalen Spongiosaresten absehen, so sind die Corticalis und die präparatorische Knorpelverkalkungsschicht die zwei einzigen festen Bestandteile der Rippe, in der sie auch in der Tat eine mechanisch-statische Einheit bilden. Am oberen Corticalisende liegt die Verbindungsstelle beider Gewebe und diese gestaltet sich in folgender Weise.

In der Skizze I wird der Rand der präparatorischen Verkalkungszone (pV) vom oberen Corticalisende (*C*) leicht gabelig umgriffen. In der Skizze II ist infolge der konzentrischen Atrophie die Corticalis schon mehr gegen das

Skizze 2.



Drei verschiedene Randpartien von Rippen des Falles 22. *rK* = ruhender Knorpel, *KW* = Knorpelwucherungszone, *pV* = präparatorische Verkalkungsschicht, *C* = Corticalis, *O* = oberes Corticalisende, *P* = Periost.

Rippeninnere vorgerückt und ist einfach unter dem Knorpelrand wie eine Stütze angeordnet. Dies Verhalten sieht man in Fig. 19 bei *C*. Und in der Skizze III ist die Corticaliswand noch mehr nach einwärts gerückt, steht ebenfalls als Stütze in Verwendung, aber der verkalkte Knorpel ragt jetzt hinaus, er ist für die konzentrisch atrophierende Rippe zu breit. Dieses Hineinwärtsrücken der Corticalis geschieht entweder so, daß sie von außen lakunär abgebaut, von innen angebaut wird, oder so, daß an Stelle der von außen her im Verschwinden begriffenen Corticalis ein randständiger Spongiosabalken die Stützfunktion der Corticalis übernimmt, und das sehen wir in der Fig. 19 gerade in Entstehung. Denn die Corticalis endet schon bei C_2, höher oben fehlt sie, der Knorpel (*c*) hat am Rande keine Stütze mehr, dafür übernimmt das randständige Bälkchen C_3 die Stützfunktion.

Noch etwas läßt sich aus den Skizzen entnehmen. *O* ist in allen dreien das obere kalkfreie Corticalisende und man sieht, wie im Schaft die Kalkgrenze zwischen *O* und *C* so liegt, daß die Corticalis auch nicht um Haaresbreite weiter verkalkt ist, als dies zur Unterstützung des verkalkten Knorpels nötig ist. Was von der Corticalis zur Stützung des Knorpels nicht verwendet wird, ist auch nicht verkalkt, man hat den Eindruck, daß bei diesem Tier die Verkalkung auf das allernotwendigste eingeschränkt wird. In der Skizze III sieht man übrigens, daß der kalkhaltige Corticalisteil infolge des Hineingeschobenseins außer Kontakt mit seiner osteoiden Spitze geraten ist.

h) Das Periost bietet nichts Besonderes.

i) Das Knochenmark (*M*) ist ausschließlich zellig, oft enorm vaskularisiert. Die Riesenzellen klein, ihr Protoplasma und die Kerne dunkel. Die Zahl der Markzellen ist verringert, sie stehen lockerer als gewöhnlich, die dunkelkernigen prävalieren, aber die Zellmannigfaltigkeit ist größer als normal. Hie und da findet man im Mark eine kugelige Anhäufung großer, heller Zellen, deren Deutung in den dicken Schnitten nicht möglich ist.

k) Das Osteoid wurde an 3 Stellen gemessen. 1. an der sekundären Spongiosa. 2. der Corticalis, 3. dem oberen Corticalisende.

1.	7	Messungen,	5·2 μ	Durchschnitt,	7·5 μ	Maximum,	3·8 μ Minimum.
2.	35	»	9·5 μ	»	37·5 μ	»	2·5 μ »
3.	8	»	16·3 μ	»	30·0 μ	»	10·0 μ »

Außer den Rippen wurden in diesem Falle auch noch untersucht: Humerus, Radius, Ulna, Femur, Tibia, Fibula. Dieses Material wurde in Salpetersäure entkalkt und zeigte vor allem, daß in allen diesen Knochen die Epiphysenknorpel noch vollständig erhalten waren, das Tier also noch nicht ausgewachsen war. Das sei nur darum besonders erwähnt, um bei dem jeglichen Mangel enchondraler Ossifikation in den Rippen nicht den Gedanken aufkommen zu lassen, daß der physiologische Abschluß des Körperwachstums daran die Schuld habe.

* * *

Fall 23. Weiße, weibliche Ratte, 82 *g* schwer, mit intakten, gelben, aber ganz opaken Nagezähnen. Das Tier ist etwa 1 Jahr alt, wurde im Laboratoriumsstall geboren, anfangs in einem Drahtkäfig, seit vielen Monaten aber in einem Glasgefäß gehalten. Es hat keine Scabies, ist aber hochgradig kachektisch, klein und macht den Eindruck eines ganz jungen Tieres. Es besteht schwere Dyspnoe. Dem Tiere wurden beide Fibulae frakturiert, aber 6 Tage darauf ging es ein. Bei der Obduktion wog es 81 *g*. Die Nagezähne waren wie oben, es bestand ausgedehnte Pneumonie. Das vordere Ende der knöchernen Rippen war verdickt und links fanden sich zwei kleine Rippenkallus und ein alter Kallus in der linken Fibula, der schon bei der Operation zu sehen war. Das Tier war im höchsten Grade marantisch. Die Ek. schienen nicht besonders groß zu sein und die Fibulafragmente waren nicht einmal bindegewebig vereinigt.

Histologischer Befund. Das Material wurde 4 Tage in Müller entkalkt.

a) Der verkalkte Rippenknorpel ist intensiv blau gefärbt, die Grenze des Blau ist nach allen Seiten unscharf, Risse in der Grundsubstanz sind vorhanden, aber wenig, die Zellen sind groß, hell.

b) Der ruhende Knorpel ist im Durchschnitt 316 μ hoch, maximal 400 μ, minimal 214 μ. In der homogenen, hellrotvioletten Grundsubstanz liegen axial große Zellen, die nach oben hell-, nach unten oft dunkelblau gefärbt sind. Gegen die gut ausgebildeten Seitenausbuchtungen hin werden aber die Zellen klein und dunkel.

c) Die Knorpelwucherungszone ist im Durchschnitt 117 μ hoch, maximal 128 μ, minimal 96 μ. In der reichlichen, homogenen, hellblauvioletten Grundsubstanz liegen kleine, dunkle, querspindelige Zellen zu schönen, nach oben konvergierenden Säulen gruppiert. Die Gesamtform der Schicht ist die einer Kalotte. Es ist sehr auffallend, daß die Rippendicke, also auch die Breite (nicht Höhe) des wuchernden Knorpels viel geringer ist als die des ruhenden, was sich in der Weise geltend macht, daß die seitliche Ausbauchung des ruhenden Knorpels auf der pektoralen Seite sehr stark prominiert und auf dieser Seite durch eine knöcherne, periostale Auflagerung der Corticalis der knöcherne Rippenschaft dem ruhenden Knorpel etwa gleich breit gemacht ist, aber zwischen dem oberen Corticalisende und dem ruhenden Knorpel liegt nur Bindegewebe.

d) Die präparatorische Verkalkungszone ist durchschnittlich 191·5 μ hoch, maximal 720 μ, minimal 48 μ. Diese großen Differenzen in der Schichthöhe haben darin ihren Grund, daß die Schicht oben zwar in einer geraden Linie beginnt, unten aber durch sehr verschieden tief einschneidende Markbuchten eine sehr vielgestaltige Begrenzung erhält. Trotz der Längsschnitte durch die Rippe sind diese Buchten oft quer getroffen, so daß der Knorpel stellenweise wie ein Netz mit ausgefressenen Maschen aussieht. Die Zellen sind nur mäßig groß, hell, rundlich-polygonal, mit großem, hellem Kern und stehen in parallelen, seitlich nach oben divergierenden Säulen, die stellenweise nicht allzu dicht stehen, so daß die Grundsubstanz zwischen den Zellsäulen noch immer reichlicher ist als zwischen den Zellen in den Säulen. Die Grundsubstanz ist verkalkt, homogen und intensiv schwarzblau, nur zu oberst liegen 1 bis 2, selten 3 Lagen von Zellen, die fast schon die gehörige Größe haben und trotzdem in noch nicht verkalkter Grundsubstanz liegen. Die obere Kalkgrenze ist stets sehr deutlich, manchmal linear scharf, manchmal etwas verwischt. In einer Rippe waren die Verhältnisse etwas anders als in den anderen. Die präparatorische Knorpelverkalkungsschicht war viel dicker als sonst, dabei axial viel dicker als marginal und hing schürzenförmig in die knöcherne Rippe hinunter. Während aber der marginale Teil ebenso stark verkalkt ist wie in den anderen Rippen, ist der axiale Teil kalklos und hier dringen Markgefäße in den Knorpel nach rachitischem Typus, nicht entlang den Zellsäulen, sondern in der Grundsubstanz.

e) Enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Die in den Knorpel von unten her eingegrabenen Markbuchten sind bald schmal, so daß ihrer mehrere im Schnitte nebeneinander Platz haben, ein andermal so breit, daß nur einige wenige in der ganzen Rippe liegen. Im Bereiche der Bucht sind nicht nur die Knorpelzellen, sondern auch die zwischen ihnen liegenden Grundsubstanzsepta abgebaut. Der Inhalt der Bucht besteht aus jungem Bindegewebe mit einem größeren zentralen oder mehreren kleinen Gefäßen, selten auch mit etwas zelligem Mark. Nur ganz ausnahmsweise sieht man ein Gefäß eine Kapsel aufbrechen, denn fast immer liegt zwischen Gefäß und Knorpel eine Lage Bindegewebe. Man kann demnach die enchondrale Ossifikation als ruhend ansehen. Die Zahl der primären Spongiosabälkchen ist gering, ihre Länge bald ganz gering, bald etwas größer, die Schicht ist im Durchschnitt 162 μ hoch, maximal 208 μ, minimal 112 μ. Der zentrale, verkalkte Knorpeleinschluß kann unverbrauchte Knorpelzellen oder Globuli ossei enthalten, der Knochenanwurf ist nicht selten mit einem Osteoidsaum versehen, kann aber auch ganz osteoid sein. Osteoblasten fehlen.

f) Die sekundäre Spongiosa ist durchschnittlich 786 μ, maximal 1120 μ, minimal 560 μ hoch. Die Bälkchen sind schlank, liegen ganz locker, bestehen aus reifem Knochengewebe, tragen oft einen Osteoidsaum; Osteoblasten fehlen, Osteoklasten sind manchmal vorhanden. In den weiten Markräumen liegt zelliges Mark, eine direkte Fortsetzung aus der großen Markhöhle.

g) Die Corticalis ist dünn, kompakt, enthält wenig Gefäßkanäle, besteht aus reifem Knochengewebe, ist im wesentlichen gut verkalkt. Osteoidsäume fehlen nicht, sind am dicksten auf der pektoralen Periostfläche, weniger am Endost, die Kalkgrenze mäßig verbreitert, aber nicht sehr grobkörnig. Stellenweise ist die Compacta von kalkhaltigen und kalklosen Streifen abwechselnd durchzogen. Am oberen Corticalisende beginnt das Osteoid manchmal, ähnlich wie im Falle 22, genau oberhalb der oberen Grenze des verkalkten Knorpels.

h) Das Periost zeigt nichts Besonderes.

i) Im zelligen Knochenmark sind bei diesem so hochgradig marantischen Tiere stellenweise noch Fettzellen zu finden. Die Gefäße sind zahlreich, manchmal begegnet man Blutungen. Die meisten Markzellen haben einen dunklen Kern, die Riesenzellen sind spärlich, klein, mit kleinem, dunklem Kern und geringem Protoplasma.

k) Das Osteoid wurde an 4 Stellen gemessen. 1. an der primären, 2. an der sekundären Spongiosa, 3. an der Corticalis, 4. an deren oberem Ende.

1.	20	Messungen,	7·5 μ	Durchschnitt,	15 μ	Maximum,	2·5 μ Minimum.
2.	27	»	8·8 μ	»	15 μ	»	3·8 μ »
3.	32	»	15·0 μ	»	50 μ	»	2·5 μ »
4.	4	»	15·0 μ	»	25 μ	»	7·5 μ »

* * *

B. Das histologische Bild der rachitischen Rippe.

So wie im Abschnitt über die normale Rippe so wollen wir auch hier, bevor wir auf die histologischen Veränderungen eingehen, zunchäst unser Tiermaterial betrachten. Bei den folgenden Ausführungen bleiben die Fälle 22 und 23, welche eine Kombination von Rachitis und Cachexie darstellen und für sich besprochen werden müssen, vorläufig unberücksichtigt, so daß bloß die 13 Tiere 9 bis 21 verbleiben.

Sämtliche Tiere waren zahme, in der Gefangenschaft geborene Ratten von weißer, nur Tier 18 von grauer Farbe. Unter den Tieren waren 10 Weibchen und 2 Männchen, bei einem ist das Geschlecht nicht notiert. Man könnte aus diesem Verhältnis darauf schließen, daß die Rachitis bei der weiblichen Ratte häufiger sei als bei der männlichen, doch ist bei dieser Schlußfolgerung darum besondere Vorsicht geboten, weil, wie in unserem, so auch in jedem auf Zucht berechneten Tierbestande nur wenige männliche Exemplare gehalten werden.

Das Gewicht der Tiere bewegte sich zwischen 84 und 244 *g*. Es war nur ein Tier schwerer und zwei leichter als in der Reihe der normalen Tiere und im allgemeinen kann, wie bei diesen, auch bei den rachitischen Tieren gesagt werden, daß sie weder ganz jung noch ausgewachsen waren und daß sie sich

eigentlich in einem Alter befanden, in dem das Körperwachstum in mäßig lebhafter Weise vor sich gehen sollte. Insofern haben das normale und rachitische Material Vergleichswert.

Bei der Besprechung der in den 15 Versuchstagen eingetretenen Gewichtsänderung müssen wir Tier 20 darum eliminieren, weil es erst bei der Obduktion gewogen wurde und zum Teil auch Tier 21, weil es ausnahmsweise nicht 15 Tage, sondern 3 Monate im Versuche stand. Während unter den acht normalen Tieren eines in den 15 Versuchstagen das gleiche Körpergewicht beibehielt und sieben eine Gewichtszunahme von 8 bis 22 *g* aufwiesen, haben wir im Rachitismaterial nur bei 4 Tieren (9, 16, 13, 14) eine Gewichtszunahme von nur 3, 3, 4 und 7 *g* zu verzeichnen, während die 7 übrigen Tiere einen Verlust an Körpergewicht von 1 bis 11 *g* aufweisen.

Die Ursache für diese Gewichtsverluste, beziehungsweise nur geringe Gewichtszunahme konnte bei der Obduktion nur ausnahmsweise auf komplizierende Krankheiten zurückgeführt werden. So hatte Tier 9, welches bloß 3 *g* an Körpergewicht zunahm, bei der Obduktion eine Pneumonie geringen Grades; Tier 17 mit einem Gewichtsverlust von 3 *g* zeigte die rechte Lunge gänzlich, die linke partiell pneumonisch verändert; Tier 10 mit einem Gewichtsverlust von 11 *g* hatte bei der Obduktion ausgedehnte Pneumonie, die sich schon in vivo durch Dyspnoe verriet; Tier 21 mit im Verlaufe von 3 Monaten erfolgtem größten Gewichtsverlust hatte außer einer ausgedehnten Pneumonie auch noch eine Scabies geringen Grades; wenn wir noch erwähnen, daß Tier 20 an einer frischen Perforation eines Magenulcus starb, so haben wir alle bei unseren Rachitistieren vorgekommenen pathologischen Nebenbefunde erwähnt.

Unter diesen ist die als Pneumonie bezeichnete Krankheit die häufigste. In geringen Graden hat sie auf den Allgemeinzustand keinen großen Einfluß, bei höheren Graden dieser chronischen, zu mächtigen Bronchiectasien führenden Erkrankung aber erkennt man schon in vivo an der Dyspnoe und dem Gewichtsverlust diese schließlich zum Tode führende Affektion. Es wäre nicht ausgeschlossen, daß die Thoraxrachitis, ähnlich wie beim Kind, eine erhöhte Disposition zur Pneumonie schafft.

Bei den 8 übrigen Tieren, unter denen 5 mit Gewichtsverlusten sich befinden, konnte aber keinerlei komplizierende Erkrankung festgestellt werden, die zur Erklärung der ungünstigen Gewichtsverhältnisse hätte herangezogen werden können. Soviel steht aber fest, daß wir bei den rachitischen Tieren viel ungünstigere Gewichtsverhältnisse und häufiger komplizierende Erkrankungen vorgefunden haben als bei unserem normalen, zur Kontrolle untersuchten Tiermaterial. Doch haben wir uns nicht vorzustellen, daß die rachitischen Tiere deswegen in ihrem allgemeinen Ernährungszustand irgendwie auffallend reduziert oder gar kachektisch gewesen wären. Im Gegenteil. Die Tiere waren alle gut genährt, muskelkräftig, einige, darunter auch solche mit schwerster Rachitis, waren sogar besonders muskelkräftig (Tier 18, 19). Wir haben es also bei der Rachitis mit kräftigen und wohlgenährten, verhältnismäßig häufig komplizierende Krankheiten aufweisenden Tieren zu tun, deren Körpergewicht relativ wenig zunimmt oder noch häufiger sogar abnimmt.

Was nun das das Körpergewicht neben dem allgemeinen Ernährungszustand mit beeinflussende Längenwachstum betrifft, so ruht dasselbe, wie wir bei der Besprechung der histologischen Befunde sehen werden, bei der Rachitis meist entweder ganz oder ist hochgradig gehemmt. Nur bei den leichtesten oder beginnenden Fällen ist es so rege oder fast so rege wie normal. Inwiefern dieses Verhalten des Längenwachstums auf die schlechten Gewichtsverhältnisse bei der Rachitis einen Einfluß hat, wird durch die Tatsache illustriert, daß unter den Tieren mit Gewichtszunahme (9, 13, 14, 16) sich keines mit höchstgradigen rachitischen Veränderungen findet, hingegen die zwei einzigen Fälle mit histologisch ungestörtem Längenwachstum (9, 13), deren Rachitis sehr geringfügig oder mäßig war. Hingegen befinden sich unter den Tieren mit Verlust des Körpergewichtes nur solche, deren Längenwachstum partiell gehemmt ist oder ganz still steht.

Wir gehen über zur Besprechung der an unserem Tiermaterial schon mit freiem Auge erkennbaren rachitischen Veränderungen. An erster Stelle seien hier die Nagezahnveränderungen darum erwähnt, weil sie konstant und bereits in vivo erkennbar sind, so daß gerade dieses Erkennungszeichen schon bei der Auswahl der Versuchstiere von ausschlaggebender Bedeutung wurde. Wegen der genaueren

Angaben sei auf den Abschnitt über die rachitischen Zahnveränderungen verwiesen. Hier nur soviel, daß der rachitische Nagezahn wohl noch gelb ist wie der normale, aber an Stelle der durchscheinenden ist eine opake Beschaffenheit getreten, an der die Rachitis ganz leicht erkannt werden kann. Nur das Tier 20 und 22 machen hier eine Ausnahme, die im histologischen Befund ihre Klarlegung fand. Bei Tier 21, das unter unseren Augen rachitisch wurde, konnte der Übergang vom transparenten zum opaken Zustande Schritt für Schritt verfolgt werden. Ferner waren Frakturen der Nagezähne bei den rachitischen Tieren auf der Tagesordnung. In unserem Material wiesen im ganzen 7 Fälle Zahnfrakturen auf. Im Abschnitt über die Zahnveränderungen werden wir hören, daß sowohl die opake Beschaffenheit als auch die Frakturen der Nagezähne auf einer Kalkverarmung des Dentin beruht. In 3 Fällen waren endlich weiße oder gelbe quere Streifen an den Nagezähnen zu sehen, die in Veränderungen des Schmelzüberzuges ihren Grund haben.

Der Rosenkranz findet sich im Obduktionsprotokoll sechsmal erwähnt. Gering war er im Falle 13, der eine Rachitis mäßigen Grades aufwies; er fehlte in keinem der höchstgradigen Fälle 17 bis 21 und hier war er zum Teil ganz besonders stark entwickelt. Bei der Konstatierung des Rosenkranzes dürfte aber im Obduktionsprotokoll vielleicht etwas zu streng vorgegangen worden sein, da so mancher jener Fälle (12, 16), in denen das Obduktionsprotokoll des Rosenkranzes keine Erwähnung tut, im histologischen Bilde der Rippe eine deutliche (Fig. 10) oder selbst recht ansehnliche (Fig. 12) Auftreibung der Rippe aufweist.

Endlich seien noch als Zeichen von Rachitis die Spontanfrakturen an den Rippen erwähnt. Sie fehlten in keinem der Fälle höchstgradiger Rachitis (17 bis 21) und erreichten hier die größten Zahlen. Im Falle 17 wurden ihrer 17, im Falle 18 sogar 30 Kallus gezählt und im Falle 19 waren an jeder Rippe ein bis fünf Kallus zu sehen. Unter den Fällen, die gerade nicht die höchstgradige Rachitis aufwiesen, fehlten die Rippenkallus dreimal (Fall 12, 14, 16), sie waren aber selbst in den leichtesten 3 Fällen (9 bis 11), wenn auch in geringer Zahl vorhanden. Das Nähere über die Spontanfrakturen der Rippen ist im Abschnitt über den rachitischen Kallus einzusehen.

Zum Schluß sei noch über die Herkunft unserer Rachitistiere einiges gesagt, worüber sich mit Ausnahme des Tieres 21 in den Notizen folgende Angaben fanden. Die Tiere 10, 14 und 16 sind unbekannter Herkunft und fanden sich unter den Zuchtweibchen unseres Laboratoriumsstalles, wo sie schon seit langem gehalten wurden. Die 9 übrigen Tiere (9, 11 bis 13, 15, 17 bis 20) aber sind in unserem Laboratoriumsstall überhaupt geboren und aufgewachsen. Halten wir dem entgegen, daß unsere sämtlichen normalen Kontrolltiere am Lande in der Umgebung von Wien geboren und aufgezogen wurden, so können wir nicht umhin, in dieser Verschiedenheit der Abstammung den Grund für die großen Unterschiede im Verhalten des Skelettes zu erblicken. Es ist sicher, daß die am Lande aufgewachsenen Tiere ein normales Skelett hatten und die in unserem Laboratoriumsstall aufgewachsenen oder lange Zeit gehaltenen Tiere rachitisch waren. Doch waren unsere Laboratoriumtiere nicht durchwegs rachitisch. Freilich sind wir nicht in der Lage, auf jenes schädliche Agens hinweisen zu können, welches in unserem Stalle die Tiere rachitisch machte. Unsere vorliegende Arbeit hatte eben die Beantwortung anderer Fragen im Auge. Doch sei darauf hingewiesen, daß die Kinderärzte seit jeher, namentlich Elsässer, v. Ritter, Kassowitz, ein besonderes Gewicht auf die ungesunden Wohnräume mit ihrer schlechten, veratmeten Luft bei der Genese der Rachitis legen und speziell Kassowitz hat den bei den Kinderärzten beliebten Namen »respiratorische Noxen« geschaffen. An solchen dürfte es in den überfüllten Räumen unseres Laboratoriumsstalles auch nicht gefehlt haben.

Wir gehen nun dazu über, ein allgemeines Bild von den histologischen Veränderungen rachitischer Rippen zu entwerfen.

* * *

Der verkalkte Rippenknorpel zeigt im allgemeinen dasselbe Verhalten wie bei den normalen Tieren. Es wäre eine Wiederholung, würden wir hier noch einmal dasselbe Bild entwerfen wollen. Wir verweisen darum auf das darüber schon bei der normalen Rippe Gesagte und heben bloß die wenigen abweichenden Punkte hervor. Die Farbe des verkalkten Rippenknorpels ist nicht immer durchwegs blau, sondern manchmal zentral dunkelrotviolett, am Rande aber stets dunkelblau. Die queren Risse im verkalkten Knorpel (Fig. 11, 12), in deren Bereiche die Grundsubstanz zerfasert erscheint, sind meist zahlreich, zuweilen aber auch spärlich anzutreffen. Während normaliter die Grenze der dunklen Blaufärbung so gut wie immer unscharf erschien, war sie bei den Rachitistieren in mehr als der Hälfte der Fälle streckenweise linear scharf.

* * *

Der ruhende Knorpel (Fig. 9 bis 18, *rK*) hat, wie das Diagramm I (Tafel IX) zeigt, die Eigenschaft, in bezug auf seine Höhe wie bei den normalen Tieren in den verschiedenen Fällen nur in mäßigem Grade zu variieren; während aber die Höhe normaliter sich zwischen 210 und 300 μ bewegte, bewegt sie sich hier zwischen 275 und 510 μ. Die Schicht ist also bei Rachitis meist in ansehnlichem Grade höher als bei den normalen Tieren und nur die drei ersten rachitischen Tiere des Diagrammes bewegen sich in normalen Grenzen.

Wenn wir, mit dem Zirkel in der Hand, die Breite der Schicht, also von Perichondrium zu Perichondrium, an den normale Rippen darstellenden Fig. 2, 4 bis 7 und den rachitischen Rippen bei gleicher Vergrößerung Fig. 9 bis 18 nachmessen, so sehen wir, daß es sich mit der Breite ähnlich verhalte wie mit der Höhe, da nur wenige rachitische Rippen sich in normalen Grenzen bewegen, die meisten aber einen ansehnlich breiteren ruhenden Knorpel aufweisen als die normalen. Es ist durchaus nicht der Fall, daß die Höhe und Breite des ruhenden Knorpels regelmäßig mit dem Grade der Rachitis zunehmen, aber so viel ist klar zu sehen, daß sie bei den schwersten Rachitisfällen stets die normalen Grenzen übersteigen.

Diese ansehnliche, wenn auch nicht sehr bedeutende allseitige Massenzunahme des ruhenden Knorpels ist nicht vielleicht etwas spezifisch rachitisches, sondern bloß der Ausdruck der Anpassung dieser Schicht an die viel größeren Dimensionen rachitischer Rippen überhaupt. Der ruhende Knorpel ist eben das Bindeglied zwischen dem verkalkten, knorpeligen Rippenschaft und dem zum Rosenkranz aufgetriebenen Rippenteil. In diesem Sinne kann man diese Anpassung oft sogar als recht unvollkommen bezeichnen, so zum Beispiel, wenn man vergleicht, welche Rolle, rein quantitativ genommen, der ruhende Knorpel (*rK*) in der normalen Rippe Fig. 7 und welche er in der rachitischen Rippe Fig. 13 spielt. Es ist also trotz absoluter Massenzunahme der ruhende Knorpel bei der Rachitis oft relativ geringer entwickelt als beim normalen Tier.

Die Verbreiterung des ruhenden Knorpels gegen die knöcherne Rippe zu erfolgt in den schweren Fällen von Rachitis meist viel plötzlicher (Fig. 12, 13, 15) als normal und dabei ist die Ranvier'sche Ossifikationsgrube tiefer eingeschnürt und die seitliche Ausbauchung des Knorpels (*a*) stärker betont. Ein andermal sind Grube und Ausbauchung sogar weniger entwickelt als normal (Fig. 16), in den leichteren Rachitisfällen ist hier das Verhalten gleich dem normalen (Fig. 9 bis 11).

Die histologische Struktur ist im wesentlichen die gleiche wie bei den normalen Fällen. Dieselbe homogene, gefäßlose, hellrotviolette Grundsubstanz und axial dieselben großen, hellen, marginal die kleinen dunklen Zellen, deren Protoplasma sich oft besonders dunkelblau färbt. In der Grundsubstanz fanden sich basophile Züge in 5 Fällen und waren von gleichem Aussehen, wie sie in der Knorpelwucherungsschicht einiger normaler Fälle erwähnt wurden. Sie lagen teils, so wie in den normalen Fällen, marginal und in derselben Richtung, teils aber auch axial und dann ungefähr parallel zur Rippenachse. Mit dem Umstande, daß diese basophilen Züge namentlich bei jungen Tieren vorhanden zu sein pflegen

stimmt es überein, daß unter den 5 Tieren, bei denen sie vorkamen, sich die 3 mit dem geringsten Körpergewicht, also die 3 jüngsten Tiere des Rachitismaterials finden (Fall 9, 13, 19).

* * *

Die Knorpelwucherungsschicht (*KW*, Fig. 9 bis 18) hat bei der Rachitis in bezug auf die Höhe folgende Eigenschaften. Während bei den normalen Tieren der ruhende Knorpel fast zweimal so hoch war wie die Knorpelwucherungszone, ist er hier mehr als zweimal so hoch, es ist also die Knorpelwucherungszone im Verhältnis zum ruhenden Knorpel bei der Rachitis niedriger als bei den normalen Tieren.

Noch mehr überrascht es auf den ersten Blick, daß die Knorpelwucherungszone bei der Rachitis sehr oft auch absolut genommen niedriger ist als normal. Die durchschnittliche Höhenzahl bewegte sich bei den 8 normalen Tieren zwischen 130 und 177 μ; bei den Rachitistieren (siehe Diagramm II, Tafel IX) war sie neunmal niedriger als normal, nämlich 92 bis 120 μ hoch (Fälle 10, 22, 14, 11, 13, 20, 16, 23, 15), fünfmal ebenso hoch wie normal, nämlich 140 bis 172 μ hoch (Fälle 12, 21*A*, 9, 19, 21*B*) und nur zweimal etwas höher als normal, nämlich 224 und 243 μ hoch, in den schwersten Rachitisfällen 17 und 18. Doch ist zu bedenken, daß gerade bei solchen hochgradigen Fällen die Knorpelwucherungsschicht an ihrer unteren Grenze so allmählich in die präparatorische Verkalkungsschicht übergeht (Fig. 13, 14), daß man im Gegensatz zur Norm (Fig. 3, 4) und zu leichteren Rachitisfällen (Fig. 17, 10) oft willkürlich bei der Grenzbestimmung vorgehen muß. Immerhin variiert die Durchschnittshöhe der Schicht (siehe Diagramm II) bei Rachitis in verschiedenen Fällen in viel weiteren Grenzen als normal, hingegen variiert die Höhe im Einzelfall, mit Ausnahme der 4 im Diagramm zuletzt stehenden Fälle, ebenso nur ganz wenig wie bei den normalen Fällen.

Wenn wir einen Vergleich zwischen dem Grade der Rachitis und der Höhe der Knorpelwucherungszone anstellen, so finden wir, daß die Schichthöhe bei den leichten und mittelschweren Rachitisfällen keinerlei Gesetzmäßigkeit verrät, daß aber die im Diagramm II zuletzt stehenden. also die größte Durchschnittshöhe aufweisenden 4 Fälle gerade unsere 4 höchstgradigen Rachitisfälle sind. Es ist in diesem Verhalten vielleicht der Ausdruck dafür zu suchen, daß, wie wir später hören werden, der Grad der Rachitis zum Teil vom Wachstumstempo des Skelettes abhängt, derart, daß Tiere mit lebhaftem Längenwachstum, also hoher Knorpelwucherungsschicht, eine schwere Rachitis aufweisen.

Die Tatsache, daß bei einem großen Teile der Rachitisfälle die Knorpelwucherungszone niedriger ist als normal, bedarf einer Erklärung. Es sei hier zunächst daran erinnert, daß wir bei normalen Rippen eine Reduktion der Schichthöhe gefunden haben, wenn das Längenwachstum abgeschlossen war (siehe oben). Ferner hat Dieterle bei der thyreoaplastischen Wachstumshemmung die Höhe der Knorpelwucherungszone auf die Hälfte, die der Säulenzone auf ein Drittel der normalen Maße reduziert gesehen. Bei der nach der Ek.-Extirpation sich einstellenden Hemmung des Längenwachstums habe ich die Höhe der Knorpelwucherungszone bei der Ratte von 110 auf 70 μ sinken gesehen. Es geht daraus hervor, daß wir eine Höhenabnahme der Knorpelwucherungschicht dann finden, wenn das Längenwachstum aus physiologischen oder pathologischen Gründen verlangsamt ist oder stillsteht. Die gleiche Ursache wird wohl auch bei Rachitis vorliegen. In der Tat gelangen wir auch noch auf anderem Wege (siehe unten) dazu, anzunehmen, daß bei Rachitis das Längenwachstum gehemmt ist. Der morphologische Ausdruck dafür ist das Niedrigerwerden der Knorpelwucherungsschicht, die ja die Bildungsstätte, der Entstehungsort der präparatorischen Verkalkungsschicht ist, mit deren appositionellem Wachstum von oben her die Gesamtlänge des Knochens wächst.

Die Gesamtform der Knorpelwucherungsschicht (*KW*) ist in allen mittelschweren und leichten Rachitisfällen die normale, bald flach linsenförmig (Fig. 10, 12), bald flach kappenförmig (Fig. 11) und zuweilen sogar leicht verbogen (Fig. 9, 11, 17). In unseren 4 höchstgradigen Rachitisfällen jedoch ist die Form anders; bald verkehrt kappenförmig, das heißt mit der planen Fläche nach oben, mit der konvexen

nach unten (Fig. 15, 18), bald aber, wie in toto nach unten ausgebogen, mit einer oberen konkaven und unteren stark konvexen Begrenzungslinie (Fig. 13, 14).

Die histologische Struktur der Knorpelwucherungszone ist im wesentlichen die gleiche wie bei den normalen Rippen. Um Wiederholungen zu vermeiden, sei auf das darüber im Abschnitt über die normale Rippe Gesagte verwiesen. Die am meisten auffallende Abweichung von der Norm ist quantitativer Natur. Es ist nämlich klar, daß in den seltenen Fällen, in denen die Totalhöhe der Schicht größer ist als normal, auch die Höhe der Zellsäulen pathologisch gesteigert ist (Fig. 18) und daß in den Fällen, in denen die als Rosenkranz bezeichnete, oft sehr bedeutende Rippenverdickung besteht, auch die Zahl der nebeneinander stehenden Zellsäulen vermehrt sein muß (Fig. 16). Die Vermehrung der nebeneinander stehenden Zellsäulen findet schon beim normalen Dickenwachstum der Rippen statt, was nach Kassowitz so zustande kommt, daß vom ruhenden Knorpel immer mehr zur Knorpelwucherungszone herangezogen wird.

* * *

Die präparatorische Verkalkungsschicht zeigt bei der Rachitis die interessantesten und erheblichsten Abweichungen von der Norm. Während in den normalen Rippen diese Schicht von allen die geringste, bloß 56 bis 105 μ betragende Höhe aufweist, ja bloß etwa halb so hoch ist als die Knorpelwucherungszone (Fig. 4, *p V*), weist sie bei der Rachitis zum Teil eine sehr bedeutende Höhe auf (Fig. 13, 14, *p V*), schwankt zwischen 73 und 1344 μ (Diagramm V, Tafel IX), tritt in diesem Punkte nur gegen eine Schicht, die sekundäre Spongiosa zurück und ist durchschnittlich beträchtlich höher als die Knorpelwucherungszone.

Während normaliter die Schichthöhe im Einzelfalle nur in sehr engen Grenzen variiert, schwankt sie bei der Rachitis viel mehr, meist sogar in sehr erheblichem Grade. Der Unterschied in der durchschnittlichen Höhe verschiedener Fälle (Diagramm III) bewegt sich bei den normalen Tieren zwischen 56 und 105 μ, bei der Rachitis zwischen 73 und 1344 μ. Das ergibt bei den normalen eine Schwankung um das Doppelte, bei den rachitischen um das Achtzehnfache. Dieser sehr bedeutende Unterschied (vgl. *p V* in Fig. 11 und 13) hat darin seinen Grund, daß die Höhe der präparatorischen Verkalkungsschicht bei der Rachitis vor allem vom Grade der Erkrankung und ihrer Dauer abhängt. Wie das zu verstehen ist, wird uns erst im Verlaufe der Besprechung der histologischen Veränderungen klar werden.

Fragen wir uns zuerst nach den Faktoren, von denen in der normalen Rippe die Höhe der präparatorischen Verkalkungsschicht abhängt, so wird es uns von vornherein klar sein müssen, daß diese Faktoren sowohl an der oberen als auch an der unteren Schichtgrenze zu wirken vermögen. An der oberen Schichtgrenze gehen zwei Prozesse vor sich. 1. Das Knorpelgewebe der präparatorischen Verkalkungsschicht geht allmählich aus der Knorpelwucherungsschicht hervor, wobei sich die Zellen wesentlich vergrößern und die Grundsubstanz zwischen den Zellsäulen sich an Menge verringert. 2. Die Grundsubstanz dieses so veränderten Knorpelgewebes nimmt Kalksalze auf und dieser zweite Prozeß erfolgt, wenn auch stets nach dem ersten, so doch so kurze Zeit darauf, daß unter normalen Umständen zu oberst nur 1 bis 2 Schichten schon größer und heller gewordener Zellen noch in kalkloser Grundsubstanz liegen. Der 3. Prozeß, der die Höhe der präparatorischen Verkalkungsschicht bedingt, spielt sich an der unteren Grenze der Schicht ab und besteht im vaskulären Abbau der letzteren, der die enchondrale Ossifikation einleitet.

Wenn unter normalen Umständen die Schicht eine gewisse konstante Höhe beibehält und stets der ganzen Höhe nach kalkhaltig bleibt, so deutet das darauf hin, daß zwischen dem die Schichthöhe bedingenden ersten und dritten Faktor, aber auch zwischen dem den Kalkgehalt bedingenden ersten und zweiten Faktor eine Harmonie bestehen muß. Die die Schichthöhe bedingenden Einflüsse spielen sich an der unteren und oberen Schichtgrenze ab, die den Kalkgehalt der Schicht bedingenden Faktoren sind allein in den oberen Schichtteilen tätig.

Das Tempo dieser Prozesse läßt sich unter dem Mikroskop in direkter Weise natürlich nicht zur Anschauung bringen. Aber die Erfahrung bezüglich des Skelettwachstums im großen, wonach dieses sich

mit zunehmendem Alter verlangsamt, läßt darauf schließen, daß das Tempo des An- und Abbaues der präparatorischen Verkalkungsschicht bei etwas älteren Tieren langsamer ist als bei ganz jungen. Hängt doch das Längenwachstum des Körpers vor allem vom Knorpelanbau in der Ossifikationszone ab.

Ein Beispiel dafür, wie wir aber sogar allein aus dem histologischen Verhalten Schlüsse auf das Tempo des An- und Abbaues des Knorpels ziehen können, haben wir in jenem Abschnitt kennen gelernt, in dem von den Rippen mit abgeschlossenem Längenwachstum die Rede war. Dort sahen wir, daß der vaskuläre Knorpelabbau, also die enchondrale Ossifikation fehlte und trotzdem die präparatorische Verkalkungsschicht wesentlich niedriger geworden war als in noch wachsenden Rippen. Das kann nicht anders als nur so zustande gekommen sein, daß mit der Verlangsamung und dem Stillstand des Knorpelabbaues auch der Knorpelanbau sich verlangsamte und endlich stillstand, und zwar muß der Anbau diesen Zustand zeitlich früher erreichen als der Abbau, sonst könnte die Schicht nicht niedriger geworden sein.

* * *

Mit Rücksicht auf die bei der Rachitis vorkommenden Veränderungen wollen wir über einen Punkt, die Kalkaufnahme des Knorpels bei der normalen Rippe, einige genauere Überlegungen anstellen. Die Kalkaufnahme dürfte im wesentlichen von zwei Faktoren abhängen, von der durch die Zirkulation besorgten Kalkzufuhr und einer passenden Beschaffenheit des zur Kalkaufnahme bestimmten Gewebes. Der erste, den allgemeinen Kalkstoffwechsel betreffende Faktor leuchtet ohneweiters ein, aber auch der letztere, rein lokale Faktor spielt eine wichtige Rolle, sonst wäre es zum Beispiel nicht zu verstehen, warum die Kalkablagerung nicht schon in der Knorpelwucherungszone stattfindet. Wir wollen hier nicht die Frage aufwerfen, wie diese zwei Faktoren gegeneinander abzuwägen sind, und wenn wir im folgenden vom »Kalkstoffwechsel« oder von den »Kalkverhältnissen« oder der »Kalkstörung« sprechen, so sei damit mehr die Gesamtheit der die Kalkaufnahme der Gewebe bedingenden Faktoren gemeint, als bloß einer oder der andere Faktor allein.

Unter normalen Umständen folgt im Knorpel der Gewebsproduktion die Verkalkung sehr bald und da das Tempo beider miteinander harmoniert, so bleibt die Schicht stets in toto kalkhaltig, mit Ausnahme von 1 bis 2 obersten Zellschichten. Nehmen wir für einen Moment, rein theoretisch, an, daß sich in der normalen Rippe das Tempo der Knorpelproduktion stark beschleunigen würde, so fragt es sich, ob auch in einem solchen Falle die Kalkverhältnisse suffizient genug wären, um mit der Gewebsproduktion Schritt halten zu können oder ob sie sich als insuffizient erweisen würden, worauf die Verkalkung hinter der Gewebsbildung zurückbleiben und zu oberst die jüngste Knorpelschicht kalklos bleiben würde. Träfe die letzte Eventualität zu, so wäre das ein Zeichen dafür, daß die Kalkverhältnisse genau auf das Tempo der Gewebsproduktion eingestellt sind, träfe aber die erstere Möglichkeit ein, so wäre das ein Zeichen dafür, daß die Kalkverhältnisse »prospektiv« besser sind als unbedingt erforderlich.

Diese Überlegungen sind darum nicht müßig, weil die Annahme einer solchen »prospektiven Verkalkung«, wie wir später sehen werden, bei der Rachitis greifbare Formen annimmt, was aber nicht gelegentlich einer pathologisch gesteigerten Knorpelproduktion zum Vorschein kommt. Aber auch schon im normalen Skelett muß es so etwas geben. Das Höhenwachstum des Wirbelkörpers zum Beispiel geht in sehr viel trägerem Tempo vor sich als das Längenwachstum der Rippe, das heißt im Wirbel vollzieht sich die enchondrale Ossifikation, also auch die Knorpelwucherung viel langsamer als in der Rippe. Das neu entstehende Knorpelgewebe im Wirbel verkalkt vollkommen und würde sich das Tempo der Knorpelwucherung steigern, so würde selbst dann noch sicher die Verkalkung rechtzeitig folgen können, denn im selben Organismus, also unter den gleichen Kalkverhältnissen, wuchert der Knorpel in der Rippe ja rascher und verkalkt trotzdem vollkommen. In diesem Sinne kann man im Wirbel vom Vorhandensein einer prospektiven Verkalkung auch schon unter normalen Umständen sprechen. Ist dies aber

in der schon normaliter viel rascher wachsenden Rippe auch noch der Fall? Diese Frage werden wir erst aus dem Verhalten bei Rachitis bejahen können.

* * *

Gehen wir zur Besprechung des Kalkgehaltes der präparatorischen Verkalkungsschicht bei Rachitis über.

Es wird hierbei oft von leichteren und schwereren Rachitisfällen die Rede sein und es muß daher vorausgeschickt werden, wie das zu verstehen sei. Es ist in der Regel leicht, aus dem histologischen Knochenbilde zu sagen, ob die rachitischen Veränderungen bedeutend oder geringfügig sind. Aber beim Vorhandensein geringfügiger Veränderungen zu sagen, daß die Veränderungen darum geringfügig sind, weil die Rachitis erst im Beginne stehe oder weil sie in Heilung übergehe oder weil sie zwar auf dem Höhepunkt stehe, aber im gegebenen Falle der Grad der Erkrankung gering ist, das zu sagen ist, bei unseren Tieren wenigstens, schwer und nicht immer möglich. Wenn wir also im folgenden von leichteren und schwereren Rachitisfällen sprechen, so sei damit weder der Grad der Kalkstörung noch das Stadium der Rachitis gemeint, sondern rein objektiv die Valenz der vorgefundenen histologischen Veränderungen. Pommer hat sich hier so beholfen, daß er als mittelschwer jene Fälle bezeichnete, bei denen sich das kalkhaltige und kalklose Knochengewebe ungefähr die Wage hielten, als schwere solche, in denen letzteres, als leichte solche, in denen ersteres überragt.

Die zwei Fälle von mit Marasmus komplizierter Rachitis (Fall 22, 23) außer acht lassend — sie werden später für sich besprochen — verfügen wir über 14 Fälle, von denen aber Nummer 21 *A* und *B* demselben Tier angehören, aber 21 *A* aus dem Anfangs-, 21 *B* aus einem viel vorgeschritteneren Stadium der Rachitis. Die vorgefundenen rachitischen Veränderungen waren im

Fall 21 *A* die geringsten und standen im ersten Beginn; in den
Fällen 9 und 10 waren sie noch sehr geringfügig; im
Falle 11 konnten sie als geringfügig taxiert werden; in den
Fällen 12, 13, 14, 15 als mäßig; im
Falle 16 als schwer; im
Falle 20 als sehr schwer; in den
Fällen 17, 18, 19, 21 *B* als höchstgradig.

* * *

Unter allen Rachitistieren war im Falle 21 *A*, 10, 14 und 15 die Verkalkung der präparatorischen Verkalkungsschicht am besten, das heißt eigentlich ebensogut wie in normalen Rippen, da die Schicht bis auf die oberste Lage von 1 bis 3 Zellen gänzlich verkalkt war (Fig. 11, 17, *pV*). Würden wir aus dem Knorpel allein uns ein Urteil über die Kalkverhältnisse bilden, dann würden wir in den Fehler verfallen, diese Fälle für normal zu erklären. Das Verhalten der knöchernen Rippenteile aber deutet darauf hin, daß hier die Kalkverhältnisse sehr deutlich gestört sind, so zum Beispiel sieht man bei *o* und *i* in Fig. 11 im knöchernen Rippenteil sehr viel Osteoid bei normaler Verkalkung der präparatorischen Verkalkungszone (*pV*). Es ist also Rachitis bei normal verkalkter präparatorischer Verkalkungszone möglich.

Zur Erklärung dieses Verhaltens läßt sich die prospektive Verkalkung in der Weise heranziehen, daß eine nur mäßige rachitische Verschlimmerung der Kalkverhältnisse (etwa im Anfang der Rachitis) sich nur darauf beschränkt, jenes Plus an Verkalkungsmöglichkeit aufzuheben, welches wir prospektive Verkalkung nannten, und nicht mehr. Da es aber im Wesen der prospektiven Verkalkung liegt, daß sie nicht manifest hervortritt, so wird auch ihre Abwesenheit nicht auffallen und der Knorpel das

normale Kalkbild darbieten. Einfacher ausgedrückt: Nehmen wir an, daß unter normalen Umständen die Verkalkungsmöglichkeit über den Bedarf groß ist, so vertragen die Kalkverhältnisse bis zu einem gewissen Grad eine Verschlechterung, ohne daß dies an der Knorpelverkalkung zum Vorschein kommen würde.

Um diese Erklärung für das Vorkommen einer normal verkalkten präparatorischen Verkalkungszone neben pathologisch verbreitertem Osteoid in manchen Rachitisfällen als zulässig bezeichnen zu können, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein: 1. Die Störung der Kalkverhältnisse darf nicht zu schwer sein, denn die hochgradige Störung müßte über die Aufhebung der prospektiven Verkalkung hinausgehen. In der Tat wurden unsere 4 einschlägigen Fälle als beginnende (21 *A*), sehr geringfügige (10) und mäßige (14 und 15) Rachitis bezeichnet. 2. Das Tempo der Knorpelproduktion darf zu der Zeit, um die es sich hier handelt, das heißt zu Anfang der Rachitis, noch nicht verringert sein, denn bei verlangsamter Knorpelwucherung wäre es auch ohne die Annahme einer prospektiven Verkalkung verständlich, daß trotz reduzierter Kalkverhältnisse die präparatorische Verkalkungsschicht normal verkalkt wäre. Eine solche verlangsamte Knorpelproduktion könnte *a)* erst mit dem Beginn der Rachitis einsetzen oder *b)* sie könnte schon vor der Rachitis infolge etwas vorgeschrittenen Wachstums, also aus physiologischen Gründen da sein. *a)* Wir haben aber bisher keinen Grund zur Annahme, daß die Rachitis mit einer Verlangsamung der Knorpelwucherung, also auch des Körperwachstums beginne. Daraus, daß die präparatorische Verkalkungsschicht normal verkalkt sei, zu schließen, daß seit Beginn der Rachitis gar kein Knorpel gebildet wurde, wäre sicher verfehlt, denn Rachitis muß nicht absoluten Stillstand der Kalkapposition bedeuten. *b)* Wenn die Knorpelproduktion, also das Längenwachstum, in einem bestimmten Knochen sehr langsam ist, sei es, weil das Individuum nahe dem Abschluß des Körperwachstums steht, sei es, weil ein bestimmter Knochen von Haus aus sehr langsam wächst, so müßte dieser Umstand zur Erklärung einer guten Knorpelverkalkung genügen und die prospektive Verkalkung überflüssig machen. Aber auch diese störenden Faktoren treffen für unser Material nicht zu, denn in unseren 4 Fällen handelt es sich um Tiere, die noch weit vom Abschluß des Körperwachstums entfernt sind, da sie erst die Hälfte des reifen Gewichtes aufweisen, und die untersuchten Knochen waren Rippen, die zu den raschest wachsenden Skeletteilen gehören.

Die Tatsache, daß es Rachitisfälle gibt, in denen trotz bestehenden, noch regen Körperwachstums der Knorpel normale Kalkverhältnisse aufweist, während im Knochen die Kalkstörung schon aufs deutlichste hervortritt, unterstützt die Annahme einer prospektiven Verkalkung des Knorpels sehr. Wenn, wie in unseren 4 Fällen, das Manifestwerden der Kalkstörung am Knochengewebe früher eintritt als am Knorpel, so läßt das darauf schließen, daß im Knochengewebe die prospektive Verkalkung geringer ist als im Knorpelgewebe oder ganz fehlt, und das ist darum nicht ausgeschlossen, weil ja die Knochenverkalkung nicht allein von der Kalkzufuhr abhängt, die für Knorpel und Knochen die gleiche ist, sondern auch von lokalen, im Gewebe liegenden Bedingungen.

Die prospektive Verkalkung, die wir für den Knorpel annehmen, bringt es mit sich, daß die Rachitis an der präparatorischen Verkalkungsschicht später manifest wird als am Knochengewebe. Wir dürfen darum Rachitis noch nicht ausschließen, wenn die präparatorische Verkalkungsschicht ein normales Verkalkungsbild zeigt. Es gibt eben Rachitisfälle so geringen Grades, daß die Kalkstörung der präparatorischen Verkalkungsschicht bloß latent ist und das wollen wir als die erste Phase der latenten Kalkstörung im Knorpel bezeichnen.

* * *

Wir gehen jetzt zur zweiten Phase des manifesten Kalkdefizits über. Der Verkalkungszustand des Knorpels hängt, wie wir schon gehört haben, vom Tempo der an der oberen Schichtgrenze vor sich gehenden Gewebsproduktion einerseits und von der eben da erfolgenden Kalkaufnahme andrerseits ab. Verschlechtern sich die Kalkverhältnisse noch mehr als in der ersten Phase, also über das Verschwinden der prospektiven Verkalkung hinaus, dann wird die Folge die sein, daß die Verkalkung hinter der Gewebsbildung zurückbleibt und an der oberen Grenze der präparatorischen Verkalkungsschicht wird

eine Schicht kalklosen Knorpels auftreten, während unten der Knorpel noch kalkhaltig ist (Fig. 10, $k-p\,V$ $k+p\,V$). Das Kalkdefizit wird manifest. Schon Virchow sagt, bei Rachitis gehe die Knorpelverkalkung langsamer vor sich oder stehe still, da aber die Knorpelwucherung fortgehe, so verbreitere sich der wuchernde Knorpel.

Diese kalklose Knorpelschicht trotz ihres Kalkmangels ($k—p\,V$, Fig. 10, 16) noch zur präparatorischen Verkalkungsschicht zu rechnen, wie wir es tun, könnte als Widerspruch erscheinen. Abgesehen davon, daß in diesem Widerspruch: Kalklosigkeit der präparatorischen Verkalkungsschicht etwas für die Rachitis sehr Bezeichnendes liegt, wäre es ganz ungerechtfertigt, die kalklose Schicht bloß wegen ihrer Kalklosigkeit noch zur Knorpelwucherungsschicht zu rechnen. Die kalklose Schicht ist nämlich bezüglich ihrer Gewebsstruktur von der Knorpelwucherungsschicht ganz verschieden, mit der präparatorischen Verkalkungsschicht aber identisch; sie ist eben präparatorische Verkalkungsschicht, an der bloß die Verkalkung ausgeblieben ist. Schon oben, gelegentlich der normalen Histologie der Rattenrippe, wurde ausgeführt, daß hier ein sehr wesentlicher Unterschied zwischen Mensch und Ratte besteht; selbst beim ganz normalen Kind liegt zwischen der Knorpelwucherungszone und Kalkschicht die recht hohe Säulenschicht aus schon sehr großen Zellen mit kalkloser Grundsubstanz. In dieser Form ist eine solche Schicht, die wir die kalklose präparatorische Verkalkungsschicht nennen, bei der Ratte absolut pathologisch und für Rachitis typisch, denn normaliter sieht man an der unteren Grenze der Knorpelwucherungsschicht bloß eine ein bis zwei Zellen hohe Lage, in der die Grundsubstanz noch kalklos ist und die Zellen schon deutlich im Begriffe sind, sich zu vergrößern. Es ist dies die unerläßliche Übergangszone, da die Zellvergrößerung noch vor der Grundsubstanzverkalkung erfolgen muß, aber keine prägnante Schicht im eigentlichen Sinne, und dies um so weniger, als beim normalen Tier die obere Kalkgrenze sich ganz allmählich verliert.

In der Phase des manifesten Kalkdefizits stehen 5 unserer Fälle 11, 12, 9, 13, 20 [Fig. 9, 10, 16]. Das Mengenverhältnis zwischen dem stets zu oberst liegenden kalklosen und dem stets zu unterst liegenden kalkhaltigen Teile des Knorpels schwankt aber in den verschiedenen Fällen. So sehen wir in Fig. 10 den kalklosen Teil ($k—p\,V$) marginal so breit als den kalkhaltigen ($k+p\,V$), axial aber den ersteren breiter; in Fig. 16 überwiegt der kalklose Teil schon marginal und axial ist er allein vertreten; in Fig. 9 ist der Knorpel axial (*b*) in seiner ganzen Höhe kalklos, während im übrigen zu oberst, so wie in einer normalen Rippe, die kalklose Schicht bloß eine Zelle hoch ist. Wir ersehen schon daraus, daß die kalklose Schicht nicht nur in verschiedenen Fällen verschieden hoch ist, sondern in derselben Rippe schwankt, wobei in typischer Weise die axialen Knorpelteile besonders zur Kalklosigkeit neigen. Die Erklärung dafür, daß die Verkalkung die marginalen Rippenteile bevorzugt, wird später bei den schwersten Rachitisfällen noch zur Sprache kommen.

Die Höhe der kalklosen Schicht hängt im allgemeinen von folgenden Faktoren ab: 1. Vom Grade der Kalkstörung. Je schlechter die Kalkverhältnisse, desto höher wird bei der Gleichheit aller übrigen Faktoren die kalklose Schicht ausfallen müssen, denn desto stärker bleibt die Kalkablagerung gegen die Gewebsproduktion im Rückstand. Auch das Tempo der Entstehung der kalklosen Schicht wird vom Grade der Rachitis abhängen, da diese Schicht um so rascher anwachsen wird, je schwerer die Kalkstörung ist. Allein ausschlaggebend ist aber dieser Faktor nicht, denn 2. auch die Dauer der Kalkstörung ist hier von großer Bedeutung. Es ist klar, daß die kalklose Schicht zu um so größerer Mächtigkeit heranwachsen wird, je längere Zeit seit dem Bestehen des Kalkdefizits verstrichen ist, die Gleichheit der übrigen Faktoren natürlich vorausgesetzt. Und endlich ist auch 3. das Wachstumstempo des Knorpelgewebes für die Höhe der kalklosen Schicht von großer Bedeutung, denn ist das Tier älter, so wächst der Knorpel sehr langsam und dann kann selbst eine rachitisch verlangsamte Kalkapposition dem verlangsamten Knorpelwachstum besser folgen als einem regen des jungen Tieres und wir werden, wenn die anderen Bedingungen im übrigen gleich sind, beim älteren Tier eine niedrigere kalklose Schicht erhalten als beim jungen, die überdies auch noch in langsamerem Tempo anwachsen wird. Liegt aber bei einem jungen und einem älteren Tier eine gleich hohe kalklose Schicht vor, so werden wir demzufolge schließen, daß beim ersteren Tier die Rachitis entweder geringergradig ist oder kürzer dauert als beim letzteren.

Wenn wir also die Frage zu beantworten haben werden, wovon in einem gegebenen Falle die Höhe der kalklosen Schicht abhängt, so werden wir stets alle drei Faktoren berücksichtigen müssen, den Grad der Kalkstörung, ihre Dauer und das Alter des Tieres. Wir wollen dies kurz an zwei Beispielen aus dem eigenen Material demonstrieren.

Im Falle 12 (Fig. 10) ist etwa die Hälfte der 88 μ hohen, im Falle 20 (Fig. 16) ebenfalls etwa die Hälfte der 161 μ hohen präparatorischen Verkalkungszone kalklos. Es ist also die kalklose Schicht im Falle 12 etwa nur halb so hoch als im Falle 20. Warum? 1. Weil der Grad der Rachitis im Falle 20 sehr schwer, im Falle 12 aber nur mäßig ist. Davon überzeugen wir uns, wenn wir sehen, daß in Fig. 16 die Menge des Osteoids am ganzen Knochen so viel bedeutender ist als in Fig. 12. 2. Weil das Tier 12 älter ist als das Tier 20. Ersteres wiegt nämlich 244 *g*, letzteres 192 *g*. Das erstere befindet sich somit nicht mehr allzu weit vom Abschluß des Körperwachstums. 3. Die Dauer der Rachitis ist in beiden Fällen recht groß, wenn wir auch natürlich weit davon entfernt sind, die Zeit genauer bestimmen zu können. Die lange Dauer erkennen wir aber an der bedeutenden Höhe und Massenentwicklung der Spongiosa (Fig. 12, 16). Wir werden also sagen, die kalklose Schicht ist im Falle 12 darum niedriger als im Falle 20, weil das Tier älter und die Kalkstörung leichter ist.

Als zweites Beispiel wollen wir einen Vergleich zwischen Tier 20 und 9 durchführen. Beim ersteren beträgt die Höhe der kalklosen Schicht etwa die Hälfte der 161 μ hohen, beim letzteren ebenfalls etwa die Hälfte der 173 μ hohen präparatorischen Verkalkungsschicht. Die kalklose Schicht ist also in beiden Fällen gleich, trotzdem die Faktoren in beiden Fällen verschieden sind. 1. Der Grad der Kalkstörung ist im Falle 20 als sehr schwer taxiert, im Falle 9 als sehr gering. Wir können dies daraus ersehen, daß bei Tier 20 die durchschnittliche Breite des Osteoids in der Spongiosa, beziehungsweise am oberen Schaftende 33 und 85 μ beträgt, bei Tier 9 aber bloß 8·5 und 25·5 μ. Das Osteoid ist also bei Tier 20 drei- bis viermal breiter als bei Tier 9. 2. Die Dauer der Rachitis ist bei Tier 20 sicher bedeutend größer, denn die sekundäre Spongiosa ist 2475 μ hoch, bei Tier 9 bloß 462 μ. Tier 20 hat also eine mehr als fünfmal höhere Spongiosa, Tier 9 eine normal hohe. 3. Das Alter beider Tiere ist sehr verschieden, denn Tier 20 wiegt 192 *g* und gehört zu den ältesten der Reihe, Tier 9 wiegt bloß 84 *g* und ist das jüngste der Reihe. Wenn wir also den Vergleich beider Fälle kurz zusammenfassen, so werden wir sagen, trotzdem bei Tier 20 die Rachitis soviel schwerer ist und länger dauert als bei Tier 9, ist die kalklose Schicht der präparatorischen Verkalkungszone in beiden Fällen gleich hoch, denn Tier 20 ist bedeutend älter als Tier 9.

Wir haben bisher nur von der oberen, kalklosen Schicht der präparatorischen Verkalkungszone in der Phase des manifesten Kalkdefizits gesprochen und gehen jetzt zur unteren kalkhaltigen Schicht über ($k+pV$, Fig. 9, 10, 16). Die Höhe dieser Schicht hängt 1. von der Kalkapposition ab, die an der oberen Schichtgrenze vor sich geht, ferner 2. von dem an ihrer unteren Grenze vor sich gehenden vaskulären Knorpelabbau, der die enchondrale Ossifikation einleitet. Im allgemeinen, wenn auch nicht ausnahmslos, wie wir bald hören werden, wird sich mit dem Beginn des manifesten Kalkdefizits die Tendenz zum Höherwerden der kalklosen und Niedererwerden der kalkhaltigen Schicht bemerkbar machen und das Ende kann ein gänzliches Verschwinden der kalkhaltigen Schicht sein, wonach dann die präparatorische Verkalkungsschicht ihrer ganzen Höhe nach kalklos ist.

Beginnen wir mit der Besprechung des ersten Faktors, der Kalkapposition. Diese ist nach Pommer im Knorpel ebenso gehemmt wie im Knochen, denn die der Kalkablagerung hinderlichen Verhältnisse wirken auf den Knorpel ebenso wie auf den Knochen und so wird die Schicht des kalkhaltigen Knorpels niederer, denn er wird unten abgebaut, oben aber nicht wieder ersetzt. Nehmen wir ferner vorerst an, daß der zweite Faktor, der vaskuläre Abbau, in normaler Weise vor sich ginge, so ist es klar, daß die kalkhaltige Schicht infolge verlangsamter Kalkapposition immer niedriger werden müßte, und zwar um so schneller, je mehr die Kalkapposition infolge der Rachitis verlangsamt wäre, am schnellsten, wenn die Kalkablagerung völlig stillstände. Ein völliger Stillstand der Kalkapposition ist bei unserem Material nur im Falle 19 zu verzeichnen, der weiter unten zur Sprache kommt. Nur in einem solchen Falle steht

die obere Kalkgrenze seit Beginn der Kalkstörung still und alles Knorpelgewebe, das im Verlaufe der Rachitis neu gebildet wird, bleibt kalklos, während das noch vorliegende kalkhaltige aus vorrachitischer Zeit stammt. In allen anderen Fällen unseres Materiales stand die Kalkablagerung nicht still, sondern war bloß verlangsamt, so daß nicht alles im Verlaufe der Rachitis neugebildete Knorpelgewebe kalklos blieb und andrerseits nicht alles kalkhaltige Knorpelgewebe aus vorrachitischer Zeit stammt. Ist die Rachitis nicht allzu schwer und dauert sie lange genug, so ist der Fall möglich, daß aller aus vorrachitischer Zeit stammende verkalkte Knorpel bereits vaskulär abgebaut, aller vorliegende in der Zeit der Rachitis durch langsame Apposition entstanden ist.

Nicht nur der Grad der Kalkstörung, das heißt die Schwere der Rachitis, ist für die Höhe der kalkhaltigen Schicht maßgebend, sondern auch die Dauer der Kalkstörung, so daß selbst ein geringfügiger Rückstand der Verkalkung nach entsprechend langer Zeit die kalkhaltige Schicht stark reduzieren oder sogar zum Verschwinden bringen kann.

Der Einfluß des zweiten Faktors, nämlich des vaskulären Abbaues auf die Höhe der kalkhaltigen Knorpelschicht ist sehr bedeutend. Wir haben bei der Besprechung des ersten Faktors vorläufig vorausgesetzt, daß der vaskuläre Abbau in normaler Weise und in normalem Tempo vor sich gehe. Diese Voraussetzung trifft aber bei der Rachitis vielfach gar nicht zu, denn wir finden die enchondrale Ossifikation und damit auch den vaskulären Knorpelabbau zumeist in verschiedenem Grade gehemmt.

Schon v. Ritter findet bei der enchondralen Ossifikation rachitischer Knochen die Knorpelzerstörung unvollständig, eingeschränkt oder aufgehoben. Die Ursache für die seit langem bekannte Tatsache, daß die rachitische Knorpelstörung, das heißt die Reduktion der Kalkschicht nicht an allen Knochen desselben rachitischen Skelettes nachweisbar ist, erkannte Pommer im verschieden raschen enchondralen Wachstum der Knochen, das heißt dem verschiedenen Tempo des vaskulären Knorpelabbaues. So fand Pommer in den rasch wachsenden Rippen die Kalkschicht des Knorpels schon fehlend und in den langsam wachsenden Wirbelkörpern desselben Falles bald voll erhalten, bald nur reduziert, letzteres bei entsprechend langer Dauer der Rachitis.

Um diese Hemmung des vaskulären Knorpelabbaues zu verstehen, müssen wir dem Abschnitt über die enchondrale Ossifikation etwas vorgreifen. Bei den normalen Rippen dringt fast in jede Zellsäule ein eigenes Markgefäß vor, das die Kapseln aufbricht und am obersten Ende keine Endothelwand besitzt, so daß sich das Blut in die eröffnete Knorpelkapsel frei ergießt. Dieser vaskuläre Abbau vollzieht sich an den rasch wachsenden Rippen in gleicher Weise wie am langsam wachsenden Knochen, so daß wir histologisch bloß den normalen Typus dieses Vorganges, aber nicht sein Tempo erkennen können. Bei der Rachitis aber ist die Verlangsamung des vaskulären Abbaues auch schon histologisch daran zu erkennen, daß an einer wechselnden Zahl der Markgefäße, die den vaskulären Abbau durchzuführen haben, die Endothelwand nirgends defekt, die Kapillare ringsherum sogar von Bindegewebe umgeben ist und so von einem Aufbrechen von Kapseln und dem Eintritt freien Blutes in diese hinein nicht die Rede ist. Noch sinnfälliger ist der Stillstand des vaskulären Abbaues dann, wenn in der primitiven Markbucht nicht nur die Seitenflächen, sondern auch das oberste Ende, wo der Knorpelabbau vor sich gehen sollte, durch osteoiden Knochenanwurf vermauert ist. An solchen Stellen ruht der vaskuläre Abbau völlig.

Schon Kassowitz sah bei Rachitis Knochengewebe nicht nur an den Seitenflächen der Markbuchten, sondern auch im Fundus derselben, erklärt dieses Bild als einen Stillstand der Gefäßbildung, den er aber nur hie und da konstatierte, während er im übrigen noch zu jenen Autoren gehört, die bei Rachitis die Markraumbildung gesteigert sein lassen. Bei der Ratte müssen wir aber solche Bilder in manchen Fällen als sehr häufig bezeichnen.

Wir kehren jetzt zu unserer Frage zurück, welchen Einfluß die Hemmung des vaskulären Abbaues auf die Höhe der kalkhaltigen Knorpelschicht ausübt und weil sie sowohl in der Phase der latenten Kalkstörung als auch in der des manifesten Kalkdefizits vorhanden ist, wollen wir gleich beide zusammen besprechen. Den beiden Phasen gehören zusammen neun Fälle an. Unter diesen ruhte zweimal (Fall 10, 20) der vaskuläre Abbau, in dem oben angeführten Sinne fast an allen Markgefäßen der Schnitte

und nur ausnahmsweise war dies nicht der Fall. In 3 Fällen (15, 11, 12) waren die Stellen mit ruhendem vaskulären Abbau noch immer in der wenn auch nicht so stark überwiegenden Mehrzahl. In einem Falle (14) hielten sich die Stellen mit ruhendem und normal aussehendem vaskulären Abbau ungefähr die Wage. Im Falle 13 ferner sah man Stellen mit ruhendem vaskulären Abbau nur ausnahmsweise und in den Fälle 21 *A* und 9 nirgends. Damit ist aber, nach unseren früheren Ausführungen, noch nicht gesagt, daß in diesen zwei letzten Fällen der vaskuläre Abbau in normalem Tempo vor sich ging. So sahen wir bei unserem jüngsten normalen Tier 3, das 128 *g* schwer war, das gleiche histologische Bild des vaskulären Abbaues wie beim ältesten normalen Tier 5, das 225 *g* wog, wiewohl das Tempo des Prozesses beim ersteren lebhafter gewesen sein muß als beim letzteren. Die Annahme, daß auch bei unseren beiden zuletzt genannten rachitischen Tieren der vaskuläre Knorpelabbau trotz seines histologisch normalen Bildes verlangsamt war, ist, wie wir sofort hören werden, durch das Verhalten der Höhe der präparatorischen Verkalkungsschicht begründet.

Wir haben also gesehen, daß bei der Rachitis der vaskuläre Abbau in verschieden hohem Grade gehemmt, verlangsamt ist, und zwar, was besonders zu betonen ist, schon zu einer Zeit, als noch kalkhaltiges Knorpelgewebe vorhanden ist. Dies muß zur Folge haben, daß das Niedrigerwerden der kalkhaltigen Schicht, das in der Verlangsamung der Kalkapposition an der oberen Schichtgrenze bedingt ist, in verschieden hohem Grade verlangsamt wird und trotzdem kommt es in einer Reihe von Fällen, wenn auch gewiß langsam, schließlich doch bis zum völligen Verschwinden der kalkhaltigen Knorpelschicht. Unsere 5 Fälle des manifesten Kalkdefizits bewegen sich eben auf dieser Linie und in dieser Richtung und die kalkhaltige Knorpelschicht ist bald noch ansehnlich hoch und durchwegs vorhanden, bald schon niedriger und nur auf die marginalen Rippenteile beschränkt, axial aber fehlend.

Wenn aber bei verlangsamtem vaskulärem Abbau die Kalkstörung nur sehr geringfügig ist, so wird das Resultat ein anderes sein. Einschlägige Beispiele für eine solche Kombination finden wir in der Phase der latenten Kalkstörung. Im Falle 15 ruht der vaskuläre Abbau meist, im Falle 10 fast ganz, im Falle 14 etwa an der Hälfte der Markgefäße. In allen 3 Fällen lag jener geringste Grad der Kalkstörung vor, bei dem eine pathologische kalklose Knorpelschicht nicht zum Vorschein kommt und die ganze Schicht kalkhaltig bleibt. In allen 3 Fällen war diese ganz kalkhaltige Schicht höher als das normale Maximum, das 105 μ beträgt (Fall 3), denn bei Fall 14 war sie 108 μ, bei Fall 15 und 10 aber je 128 μ hoch. Wir sehen also, daß unter Umständen die kalkhaltige Schicht der präparatorischen Verkalkungszone bei Rachitis höher sein kann als beim normalen Tier. Dies kann bei der Ratte nur so zustande kommen, daß zwar eine rachitische Verlangsamung der Kalkablagerung im Knorpel besteht, aber der vaskuläre Knorpelabbau manchmal noch mehr verlangsamt sein kann. Eine gesteigerte oder beschleunigte Kalkapposition im Knorpel zur Erklärung heranzuziehen, ist jedoch unzulässig, denn dieses würde dem Grundbegriff der Rachitis widersprechen.

Nun erst können wir den Fall 21 *A* richtig deuten. Auch hier ist infolge nur latenter Kalkstörung die ganze präparatorische Verkalkungsschicht kalkhaltig und, trotzdem das histologische Bild des vaskulären Abbaues normal aussieht, ist die Schicht 150 μ hoch, also höher als das normale Maximum 105 μ. Da dies nicht Effekt einer Vermehrung von Anbau und Verkalkung sein kann, so ist es Folge eines Minus an vaskulärem Abbau. Es ist also erlaubt, anzunehmen, daß der vaskuläre Abbau verlangsamt ist, trotzdem er histologisch das normale Bild darbietet. Diese Deutung des Falles 21 *A* wäre nur dann umzustoßen, wenn bewiesen würde, daß bei der Rachitis die präparatorische Verkalkungsschicht eine beschleunigte Gewebsapposition aufweist, denn dann würde die Höhenzunahme der kalkhaltigen Schicht so zu erklären sein, daß das pathologische Plus an Knorpelgewebe kraft der prospektiven Verkalkung noch gut verkalken könnte, obwohl dies bei vorhandener Kalkstörung schon etwas schwer vorstellbar wäre, und die Annahme eines verlangsamten vaskulären Abbaues trotz des normalen histologischen Bildes wäre überflüssig. Dieser Erklärungsmodus erscheint aber nicht annehmbar, da, wie wir noch zu hören bekommen werden, eine beschleunigte Gewebsapposition der präparatorischen Verkalkungsschicht bei der Rachitis eine unzulässige Annahme ist.

Auch bei der Kinderrachitis wurde schon von mehreren Seiten die mit dem sonstigen Begriff der Rachitis auf den ersten Blick nicht übereinstimmende Tatsache verzeichnet, daß die verkalkte Knorpelschicht höher sei als normal, und dafür sind verschiedene Erklärungen angeführt worden. Hier ist vor allem Virchow zu nennen, der die Verbreiterung der Kalkzone als ein Zeichen beginnender Rachitis angesehen hatte, eine Auffassung, die Schmorl für unrichtig hält. Auch unser Rattenmaterial gestattet nicht, die in Rede stehende Erscheinung als ein Symptom beginnender Rachitis anzusehen, sondern zeigt bloß, daß sie in Fällen geringgradiger Kalkstörung vorkommen kann.

Weiterhin sah Kassowitz eine bedeutende Verbreiterung der Kalkschicht im Knorpel bei beginnender oder mäßiger Rachitis, lehnt aber ausdrücklich eine Verzögerung der Markraumbildung als Ursache ab und nimmt vielmehr als Grund eine Steigerung der Knorpelproduktion mit sofortiger Verkalkung an. Diese Deutung ist aber der unsrigen direkt entgegengesetzt, denn wir behaupten eine Verlangsamung der Knorpelproduktion und -verkalkung und eine noch stärkere Verlangsamung des vaskulären Abbaues. Wir können aber nicht so weit gehen wie Wieland und Kassowitz' Angaben über die Verbreiterung der Kalkschicht ausschließlich darauf zurückführen, daß dieser Autor Osteochondritis luetica, für die ja eine Verbreiterung der Kalkschicht pathognomonisch ist, für beginnende Rachitis hielt. Wie anderen Autoren, denen ein großes Rachitismaterial vorgelegen ist, werden auch Kassowitz unter seinen Fällen mit verbreiterter Kalkschicht, zum Teil wenigstens, echte Rachitisfalle untergekommen sein; für einen anderen Teil wird aber wohl Wieland's Auffassung richtig sein.

Bei einem Falle von Spätrachitis spricht Looser von einer Verbreiterung der Kalkzone im Metatarsale.

Am ausführlichsten ist auf diesen Punkt Schmorl eingegangen. Seine Erklärung für die Verbreiterung der Kalkschicht ist die folgende: Im gegebenen Falle dauerte die Rachitis so kurze Zeit, daß die Kalkschicht des Knorpels noch zum Teil erhalten und über ihr der kalklos gebliebene Knorpel sich erst in so geringer Höhe angesammelt hat, daß er noch keine ganze Etage hoch ist. In diesem Zeitpunkt setzte nun die Heilung oder eine Remission ein, bei der, wie immer, die neu einsetzende Knorpelverkalkung sich nicht an die alte Kalkzone kontinuierlich anschließt, sondern höher oben auftritt, und zwar im gegebenen Falle in sehr geringer Entfernung von dieser. Indem die neue Kalkzone sich auch nach unten ausdehnt, verbindet sie sich sekundär mit der alten zur pathologisch hohen Kalkschicht. Diese durch Übergangsbilder und passendes Verhalten des Kalkgehaltes im Knochengewebe wohl fundierte Auffassung ist für die Ratte nicht anwendbar, weil Übergangsbilder fehlten, in den in Betracht kommenden Fällen die Kalkablagerung im Knorpel ebenso kontinuierlich erfolgte wie beim normalen Tier und die Diskontinuität der Knorpelverkalkung aus Remission im Knorpel fehlte. Wir sind daher gezwungen, bei der Ratte die pathologisch hohe Kalkzone so aufzufassen, daß der vaskuläre Abbau mehr gehemmt ist als die Kalkapposition. Diese Deutung mag übrigens auch für manchen Kindesfall seine Gültigkeit haben.

In bemerkenswerter Weise stimmen alle einschlägigen Beobachtungen beim Menschen und auch bei unseren Ratten insofern überein, als zur Zeit, in der die Kalkschicht verbreitert vorgefunden wurde, die Kalkstörung gering war, wenn auch die Auffassungen insofern völlig divergent sind, als einmal die Fälle für beginnende, dann wieder für heilende und endlich einfach nur für geringgradige Rachitis angesehen wurden.

Nur noch einige Worte über die statische Bedeutung, die der Hemmung des vaskulären Knorpelabbaues zukommt. Diese hat zur Folge, daß der kalkhaltige Knorpel, also einer der festen Bestandteile der Rippe, gar nicht oder nur sehr langsam reduziert wird und darum ist es für die Festigkeit der Rippe sehr »zweckmäßig«, daß die Einschränkung des vaskulären Knorpelabbaues nicht erst dann einsetzt, wenn aller kalkhaltige Knorpel aufgebraucht ist, sondern schon viel früher, zu einer Zeit, wo er noch in namhafter Menge vorliegt. Wir sind natürlich nicht in der Lage, die Ursache für dieses rechtzeitige Eingreifen der Abbauhemmung im mikroskopischen Bilde direkt wahrzunehmen, doch sind wir gewohnt, so zweckmäßige Erscheinungen, speziell am Skelett, als statisch oder funktionell bedingt anzusehen, etwa durch den Wegfall des Reizes zum vaskulären Abbau. Schon v. Ritter sagt, daß der

Mangel der Knorpelverkalkung den Knorpelabbau »einzuschränken oder aufzuhalten« scheine. Wenn aber in einzelnen Rachitisfällen die Abbauhemmung so weit geht, daß die Kalkschicht des Knorpels höher wird als normal, so genügt uns der funktionelle Reiz zur Erklärung nicht mehr, denn dieser kann nur von einer die Festigkeit der Kalkschicht herabsetzenden Höhenreduktion derselben ausgehen, die aber gerade hier fehlt. Man wird also nicht umhin können, die Hemmung des vaskulären Knorpelabbaues bei der Rachitis zum Teil als vom funktionellen Verhältnis unabhängig zu bezeichnen und sie als eine spezifische Eigenschaft der Rachitis hinzustellen. Fallen doch in den Rahmen der Rachitis Hemmungserscheinungen verschiedener Art, so die Hemmung des Knorpelanbaues, das heißt des Längenwachstums, ferner die Hemmung der Kalkapposition im Knochen- und Knorpelgewebe und verschiedene Hemmungserscheinungen bei der Frakturheilung, wie wir später hören werden.

Nur für den Fall, daß es sich um ein älteres, nahe dem Abschluß des Körperwachstums stehendes Individuum handeln sollte, wäre die Hemmung des vaskulären Abbaues schon aus diesem rein physiologischen Grunde mit in Betracht zu ziehen. In einem solchen Falle könnte es sich ereignen, daß die Erkrankung, die man dann zur Rachitis tarda stellen müßte, niemals zu einem völligen Verluste der kalkhaltigen Knorpelschicht führen, das heißt niemals über das Stadium des manifesten Kalkdefizits hinauskommen würde. Als einen Fall von Rachitis tarda können wir das Tier 12 (Fig. 10) ansehen, auf das wir etwas weiter unten noch einmal zu sprechen kommen werden.

* * *

Das Ende der zweiten Phase des manifesten Kalkdefizits ist dann gegeben, wenn der letzte Rest kalkhaltigen Knorpels vaskulär abgebaut ist, und damit beginnt zugleich die dritte, calciprive Phase, die vor allen dadurch ausgezeichnet ist, daß die präparatorische Verkalkungsschicht ihrer ganzen Höhe nach kalklos ist (Fig. 12, 13, 15 *p V*, und Fig. 14, 18 *k—p V*). Wenn der Schwund der kalkhaltigen Knorpelschicht trotz der Verlangsamung ihres vaskulären Abbaues schließlich doch eintritt, so deutet das darauf hin, daß in einem solchen Falle die Kalkaufnahme an der oberen Schichtgrenze noch mehr verlangsamt war, daß es sich also um einen hohen Grad der Kalkstörung handle. In der Tat gehören die schwersten Fälle unseres Materials (16, 17, 18, 19, 21 *B*) der calcipriven Phase an, während der Fall 20 insofern an der Grenze der zweiten und dritten Phase steht, als hier der axiale Teil der präparatorischen Verkalkungszone seinem Verhalten nach in die dritte, der marginale Teil in die zweite Phase gehört (Fig. 16).

Wenn wir die dritte Phase calcipriv nannten, so ist damit nicht gemeint, daß niemals eine Spur von Kalk nachweisbar ist, sondern daß eine zu unterst liegende, zusammenhängende Kalkschicht fehlt. Damit jegliche Spur von Kalk im Knorpel fehle, ist es erforderlich, daß nach Abbau der letzten kalkhaltigen Knorpelteile die Kalkstörung eine absolute sei, das heißt jegliche Kalkablagerung überhaupt ausbleibe. Dieser höchste Grad der Kalkstörung scheint aber selten zu sein, denn in unserem Material ist er nur im Falle 19 zu sehen, wo die präparatorische Verkalkungszone in der Tat nirgends auch nur eine Spur von Kalk aufweist (Fig. 15 *p V*). Bei jungen Ratten, die nach Impfung mit dem als Rachitiserreger bezeichneten Diplococcus rachitisch wurden, findet Morpurgo die Kalkzone vielfach unterbrochen, unregelmäßig oder ganz fehlend.

In allen unseren anderen Fällen aber war die Kalkablagerung hochgradig gehemmt, nicht aber ganz sistiert. Der Ort, wos ich in solchen Fällen der Kalk ausnahmslos ablagert, ist sehr typisch, nämlich die marginalen, der Rippenoberfläche zunächst liegenden Knorpelpartien (Fig. 12 *d*, Fig. 13 *c, c*, Fig. 14 *k+p V*, Fig. 18 *b, b, c*). Die zweite, jedoch inkonstante Fundstätte ist der untere Knorpelrand (Fig. 13 *f*, Fig. 18 *c, d*), wobei aber im Gegensatz zur zweiten Phase niemals eine zusammenhängende Schicht entsteht, sondern diskontinuierliche Kalkflecken. Pommer konnte bei menschlicher Rachitis auf der allerdings viel längeren Strecke eines Wirbelkörpers bis 39 solcher diskontinuierlicher Kalkflecken zählen.

Fassen wir erst diese zweite Fundstätte ins Auge. Wir werden weiter unten hören, daß der reguläre, vaskuläre Knorpelabbau in der in Rede stehenden dritten Phase des Kalkmangels fast ganz sistiert. Unter solchen Umständen ist es klar, daß selbst ohne Remission und Heilungstendenz bei einer vorhandenen, wenn auch noch so verlangsamten Kalkablagerung nach einiger Zeit am unteren, unverrückbar stehenden Knorpelrande eine greifbare Kalkmenge auftreten wird.

Was aber die erste Fundstätte des Kalkes in den marginalen Knorpelteilen betrifft, so scheint diese Lokalisation statisch begründet zu sein. Wie wir weiter unten hören werden, bildet nämlich die präparatorische Verkalkungsschicht in der dritten Phase oft ein Knorpelmassiv von beträchtlicher Höhe, das aber infolge seiner Kalklosigkeit statischen Aufgaben nicht gewachsen ist. Bei der nun einmal vorliegenden Verschlechterung der Kalkverhältnisse wird aber mit dem wenigen Kalkmaterial der bestmögliche statische Effekt in der Weise erzielt, daß die Kalkablagerung in den marginalen Teilen des Knorpelmassivs erfolgt, dieses auf die Weise durch einen peripheren, wenn vielleicht auch nicht vollständigen Hohlzylinder aus Kalk versteifend.

Es ist die Strebe- und Biegungsfestigkeit eines Hohlzylinders im Verhältnis zu seinem geringen Materialverbrauch sehr groß. In der marginalen Knorpelverkalkung finden wir das Prinzip des einen Hohlzylinder darstellenden Röhrenknochens wieder. In diesem findet, inform der Corticalis, die größte Anhäufung des festen Materials, nämlich des verkalkten Knochengewebes, in der am meisten beanspruchten Knochenperipherie statt. Im rachitischen Knorpelmassiv ist der Sitz des festen Materials, nämlich des Kalkes, gleichfalls die äußerste Peripherie, die am meisten in Anspruch genommen wird. Es erscheint in hohem Grade zweckmäßig, daß der wenige Kalk, der bei Rachitis überhaupt zur Ablagerung gelangt, an die am meisten beanspruchte Stelle dirigiert wird. Ein calcioprotektives Gesetz, wonach ein mechanischer Reiz die Gewebsverkalkung fördert, ist an solchen Beispielen unverkennbar. Es gibt eben eine mechanisch bedingte, lokale Bevorzugung der Kalkablagerung, dank welcher mit dem in pathologisch geringer Menge zur Ablagerung gelangenden Kalk der bestmögliche mechanische Nutzeffekt erzielt wird. Im übrigen sei auf den das calcioprotektive Gesetz und die marginale Knorpelverkalkung näher behandelnden IV. Abschnitt verwiesen, wo auch von der mechanischen Beanspruchungsart der Rippe die Rede ist.

Die Randverkalkung des Knorpels ist eine bei der menschlichen Rachitis schon lange bekannte Tatsache. So spricht schon Virchow davon, daß die im Anfang noch erhaltene Verkalkung an der Knorpelperipherie viel höher hinaufreicht als im Zentrum. Auch Kassowitz sah im seitlichen, zunächst dem Perichondrium gelegenen Knorpelanteil die Verkalkung plötzlich steil in die Höhe steigen, fast bis zur oberen Grenze der Säulenzone, was am Querschnitt eine schmale, längs des Perichondriums herumlaufende Kalkzone gibt. Daß aber periphere Knorpelverkalkung auch ohne einen Rest einer zusammenhängenden Kalkschicht am unteren Knorpelrande vorkommen kann, wie in unseren Fig. 13, 16, 18, findet sich bei den Autoren nicht erwähnt, ebensowenig eine mechanische Erklärung dieser Erscheinung.

Interessanterweise berichtet neuestens Wieland, daß er die marginale Knorpelverkalkung auch in Rippen rachitisfreier Kinder gelegentlich gesehen hat, so daß er die Deutung dieser Erscheinung als Frühsymptom der Rachitis, wie uns scheint mit Recht, ablehnen muß und von einem nicht pathologischen, aber inkonstanten individuellen Vorkommnis spricht. Diese Beobachtung Wieland's erscheint uns darum interessant, weil, wie bereits oben einmal ausgeführt, beim Menschen schon normalerweise oberhalb der Kalkschicht eine hohe Zone großzelligen, kalklosen Knorpels, die sogenannte Säulenzone, sich findet, die bei der Ratte normaliter fehlt, erst bei der Rachitis auftritt und als mechanisch widerstandsunfähig beim Kinde schon normaliter eine Randverkalkung zur Folge haben kann. Also die Bedingung, die wir zum Zustandekommen der Randverkalkung bei Rachitis erwähnt haben, findet sich auch schon beim normalen Kind erfüllt.

Hier muß noch kurz einer anderen Lokalisation des Kalkes gedacht werden. Im Falle 17 war das sehr hohe Knorpelmassiv der Hauptsache nach kalklos und nur am unteren Knorpelrande sah man stellenweise diskontinuierlich den Knorpel verkalkt. Ausnahmsweise folgte dem kalkhaltigen Knorpel nach unten, allerdings in ganz dünner Lage, wieder kalkloser Knorpel. An solchen Stellen liegt also kalkloser

Knorpel oberhalb und unterhalb des kalkhaltigen. Im Falle 18 ferner sah man die Randverkalkung des Knorpels in allen Rippen an einer konstanten Stelle sich gegen die Rippenachse zu in den kalklosen Knorpel hinein nach Art eines irisförmigen Diaphragmas hineinerstrecken (Fig. 18 *e*), ohne daß dies Diaphragma komplett wäre. An solchen Stellen haben wir wieder ober- und unterhalb des kalkhaltigen Knorpelgewebes kalkloses liegen. Dieses Verhalten konnte nur in den zwei erwähnten Fällen beobachtet werden.

Bilder dieser Art kommen bei menschlicher Rachitis häufiger und in besserer Ausbildung vor und wurden schon von Müller, dann von Pommer gesehen und als Erscheinungen von Heilung oder Remission angesehen. Die genauesten Angaben über diesen Punkt finden wir jedoch bei Schmorl, auf dessen interessante Ausführungen wir hier infolge des fast völligen Fehlens einschlägiger Verhältnisse bei der Rattenrachitis einzugehen uns versagen müssen. Der Mangel von Knorpelkanälen, mit denen, wie Schmorl und M. B. Schmidt gezeigt haben, die diskontinuierliche Knorpelverkalkung bei menschlicher Rachitis zusammenhängt, scheint der Grund dafür zu sein, warum bei der Ratte die in Rede stehende Erscheinung so selten ist. Im übrigen ist Morpurgo im Auffinden von Remissionsbildern im Knorpel bei der Ratte glücklicher gewesen, denn er spricht von einer im Niveau der höchsten Gefäßschlingen liegenden regelrechten Verkalkungszone.

* * *

Bevor wir dazu übergehen, die Gesamthöhe der präparatorischen Verkalkungsschicht in der calcipriven Phase zu besprechen, müssen wir noch einige Bemerkungen über den vaskulären Abbau an der unteren Schichtgrenze vorausschicken, der ja für die Schichthöhe von ausschlaggebender Bedeutung ist. Das, was wir im Abschnitt über die normale Rippe als regulären Knorpelabbau geschildert haben, findet sich in der calcipriven Phase am unteren Knorpelrand, der entweder überall kalklos ist oder einzelne Verkalkungsherde aufweist, nirgends vor. Der vaskuläre Abbau an der unteren Schichtgrenze steht absolut still. Es hat auf die Schichthöhe natürlich keinen Einfluß, wenn, wie zum Beispiel im Falle 18 und 21 *B*, an den marginalen Verkalkungsstellen in bescheidenem Maße ein vaskulärer Abbau sich findet, der einigermaßen an den normalen Typus erinnert.

Neben der Kalklosigkeit der gesamten Schichthöhe ist der Stillstand des vaskulären Abbaues ein Hauptcharakteristikon der calcipriven Phase und in nicht zu vorgeschrittenen Fällen bekommt man, wie zum Beispiel beim Tier 16 (Fig. 12), jenes sehr instruktive Verhalten zu sehen, wobei vom unteren Rande der pathologisch hohen und ganz kalklosen präparatorischen Verkalkungsschicht (*p V*) kontinuierlich verkalkte Knorpelstreifchen (*c*) senkrecht nach abwärts abgehen und in die Bälkchen der primären Spongiosa aufgenommen werden. Solche Bilder sprechen eine deutliche Sprache und zeigen, wie die enchondrale Ossifikation, solange ihr kalkhaltiger Knorpel zur Verfügung stand, wenn auch wahrscheinlich in verlangsamtem Tempo, doch noch vor sich ging und von dem Moment an stillstand, wo der kalkhaltige Knorpel aufgebraucht war.

Dieser Stillstand des vaskulären Abbaues läßt sich aus statischen Momenten herans verstehen. Wir haben in dem Abschnitt über die normale Ossifikation gehört, daß die Aufgabe der Knorpelverkalkung die ist, den Knorpel für jenen kurzdauernden Zeitabschnitt festzumachen, in dem er durch den vaskulären Abbau bereits stark zernagt, aber noch nicht durch den Knochenanwurf wieder verstärkt worden ist. Es wäre daher mit einer Gefährdung der Rippenkontinuität gleichbedeutend, wenn der reguläre, rege, vaskuläre Abbau des Knorpels vor sich gehen würde, trotzdem die Knorpelverkalkung ausgeblieben war. Es entfällt der Reiz für das Eindringen der Gefäße oder dieser erfährt eine Hemmung und darum steht der vaskuläre Abbau still. Finden sich doch, wie wir später hören werden, Anzeichen dafür, daß der kalklose, widerstandsunfähige Knorpel, wenn er zu einem hohen Massiv angewachsen ist, selbst ohne den vaskulären Abbau durch die mechanische Belastung leidet.

Der Vollständigkeit halber sei hier nur noch kurz erwähnt, daß, wenn auch in der calcipriven Phase der reguläre vaskuläre Abbau, der den Knorpel an seiner unteren Grenze Schritt für Schritt

abzutragen hat, fehlt, doch eine pathologische Form der Knorpelvaskularisation vorgefunden wird, bei der aber nicht ein regelrechter Abbau des Knorpels von unten her zustande kommt, sondern das Knorpelmassiv von Gefäßen durchwachsen wird. Darum interessiert diese pathologische Knorpelvaskularisation in der uns hier beschäftigenden Frage nicht und sie soll im Abschnitt über die enchondrale Ossifikation besprochen werden.

Was wir bisher im Abschnitt über die präparatorische Verkalkung bei Rachitis gesagt haben, bezieht sich fast nur auf das Vorhandensein oder Fehlen der Verkalkung und die Höhe der kalkhaltigen, beziehungsweise kalklosen Schicht für sich. Wir wollen nun zur Besprechung der Gesamthöhe der präparatorischen Verkalkungszone in allen drei Phasen übergehen, und zwar ohne Rücksicht auf den Kalkgehalt. Es sei nur noch daran erinnert, daß die Knorpelschicht in der ersten Phase ganz kalkhaltig, in der zweiten oben kalklos, unten kalkhaltig, in der dritten der ganzen Höhe nach kalklos ist.

Bei den folgenden Ausführungen sehen wir vorläufig von den eine eigene Besprechung erfordernden, mit Marasmus kombinierten Rachitisfällen 22 und 23 ab. Die nähere Betrachtung des Diagramms III (Tafel IX) ergibt, daß nur im Falle 12 die präparatorische Verkalkungsschicht normal hoch ist, in allen übrigen Fällen aber höher ist als normal und in den vier zuletzt stehenden Fällen 19, 18, 17 und 21 *B* sogar sehr beträchtlich viel höher. Auch Morpurgo gibt bei seinen durch Infektion mit seinem Diplococcus rachitisch gemachten Ratten an, der Knorpel sei verbreitert und unregelmäßig gewesen. Wir wollen die Gründe für dieses Verhalten untersuchen. Die Gesamthöhe der präparatorischen Verkalkungsschicht hängt, wie schon oben einmal betont, nur von zwei Faktoren ab, vom Knorpelgewebsanbau an der oberen und dem -abbau an der unteren Schichtgrenze.

Wir wollen erst den Abbau besprechen. Dieser konnte in keinem unserer Fälle als normal bezeichnet werden. In den 5 Fällen der dritten Phase hat der Knorpelabbau ganz gefehlt, was ja ein wichtiges Charakteristikon dieser Phase ist. In der zweiten und ersten Phase konnte in den meisten Fällen schon nach dem histologischen Bilde gesagt werden, daß der Abbau bald mehr, bald weniger stark verlangsamt war und in jenen 2 Fällen (21 *A*, 9), in denen das histologische Bild der enchondralen Ossifikation normal aussah, führte die nähere Überlegung zu der Annahme, daß auch hier das Tempo des Knorpelabbaues verlangsamt sein müsse. Daß dieser in so verschiedenem Grade gehemmte Abbau an der unteren Schichtgrenze — wenn wir die Gewebsapposition an der oberen Schichtgrenze als bestehend annehmen — zu einem pathologischen Anwachsen der Schichthöhe führen muß, ist völlig klar und dies ist auch der alleinige Grund dafür. Damit stimmt es gut überein, daß alle 5 Fälle der dritten Phase, bei der ja der Knorpelabbau ganz sistiert, die höchste präparatorische Verkalkungszone aufweisen und demzufolge im Diagramm III an letzter Stelle stehen.

Der zweite Faktor ist der Knorpelanbau an der oberen Schichtgrenze. Daß ein solcher Anbau auch bei Rachitis überhaupt stattfindet, geht allein schon daraus hervor, daß die Schicht zu pathologischer Höhe anwächst. Das kann nur durch Anbau erfolgen. Doch wird dieser Anbau je nach dem Alter des Tieres sich verschieden geltend machen, denn in der gleichen Zeit bei sonst gleichen Bedingungen wird das junge Tier eine viel höhere Knorpelschicht hervorbringen als ein älteres. Ein Beispiel dafür haben wir am Tier 12, bei dem die präparatorische Verkalkungsschicht im Gegensatz zu allen anderen Fällen das normale Höhenmaß nicht überstieg, was um so bemerkenswerter ist, als gerade hier der vaskuläre Abbau in hohem Grade verlangsamt ist. Der Grund dafür ist der schon sehr verlangsamte Knorpelanbau bei dem vorgeschrittenen Alter dieses Tieres, welches mit dem Gewichte von 244 *g* das älteste Tier nicht nur unter den Rachitisfällen, sondern auch in der ganzen Versuchsreihe ist. Das Knorpelwachstum war hier schon physiologischerweise soweit verlangsamt, daß trotz der nicht unerheblichen Verlangsamung des Abbaues die Schichthöhe die normale Grenze nicht überstieg. In einem solchen Falle, den man zur Rachitis tarda zählen kann, ist es also möglich, daß trotz der Rachitis die präparatorische Verkalkungsschicht normal hoch ist. Man darf also bei normal hoher präparatorischer Verkalkungsschicht Rachitis nicht ausschließen. Ein anderes Beispiel gewinnen wir aus dem Vergleich der Fälle 16 und 19. In beiden steht der Knorpelabbau still. Aber im letzteren ist die Knorpelschicht mehr als zweimal so hoch (544 μ) als im

ersteren (244 μ). Der Hauptgrund dafür dürfte der sein, daß Tier 19 viel jünger ist (122 *g* schwer) als Tier 16 (207 *g*).

Gelegentlich seiner Untersuchungen über Rachitis tarda betont Schmorl besonders, daß bei Spätrachitis, wenn das Individuum nahe dem Abschluß des Körperwachstums steht, die physiologische Wachstumsenergie der Wucherungszone schon so gering ist, daß sie selbst in der Rippe nicht mehr sehr hoch werden kann, was zu der falschen Annahme verleiten könnte, daß es sich um beginnende Rachitis handle. Bei anderer Gelegenheit betont Schmorl wieder, von welchem Einfluß die Wachstumsenergie auf das Rachitisbild ist, indem er darauf hinweist, daß die am schnellsten wachsende Rippe der Ort ist, wo bei beginnender Rachitis zu allererst die Knorpelhöhe anwächst, während wieder Pommer fand, daß man im langsam wachsenden Wirbelkörper selbst bei sehr vorgeschrittener Rachitis den Beginn der Rachitis studieren könne.

Endlich wird die Höhe der präparatorischen Verkalkungszone davon abhängen, seit wie langer Zeit die zwei Faktoren tätig sind, die zur Steigerung der Schichthöhe führen, nämlich der gehemmte Abbau bei fortschreitendem Anbau. Wenn zum Beispiel in den gleichalterigen, 207 und 202 *g* schweren Tieren 16 und 17, bei denen der Knorpelabbau in gleicher Weise ruht, die Knorpelschicht einmal 244 μ hoch ist (Fall 16), das anderemal aber 1192 μ (Fall 17), so werden wir das vor allem darauf zurückführen, daß die Rachitis beim Tier 17 länger dauert als beim Tier 16.

* * *

Bevor wir die Diskussion der die Höhe der präparatorischen Verkalkungszone beeinflussenden Faktoren abschließen, wollen wir noch die eine Frage erledigen, ob das für die Rachitis typische Überschreiten der normalen Schichthöhe nicht der Effekt eines pathologisch beschleunigten, also gesteigerten Knorpelanbaues ist, eine Anschauung, die früher allgemeine Geltung hatte, jetzt aber langsam verlassen wird.

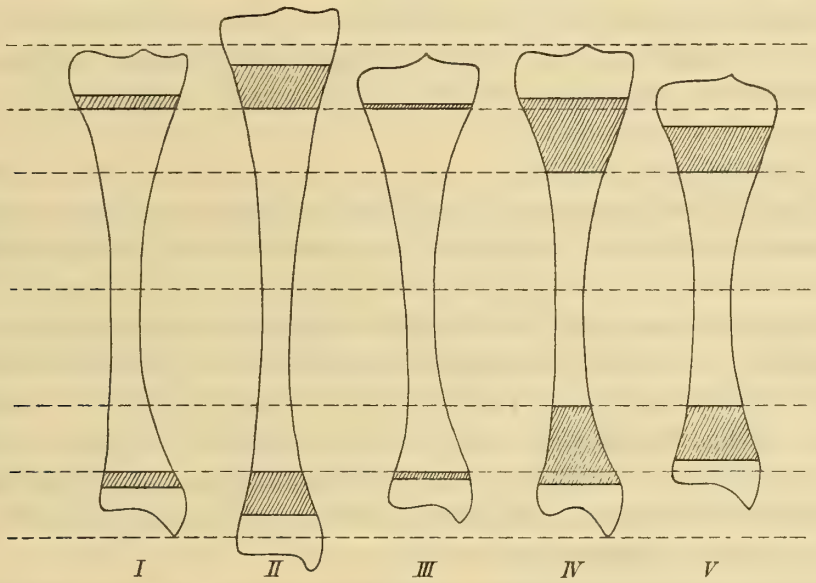
In der nachstehenden Skizze 3 ist der schraffierte Teil der Knochenumrisse nicht etwa die ganze Knorpelfuge, sondern bloß die diaphysäre präparatorische Verkalkungsschicht, deren Höhe der Deutlichkeit halber übertrieben und am oberen und unteren Knochenende der Einfachheit halber gleichhoch gemacht wurde. I stellt den normalen, V den rachitischen Knochen dar. Dieser unterscheidet sich vom normalen vor allem dadurch, daß er 1. in toto kürzer ist, 2. seine knöcherne Diaphyse viel kürzer, 3. seine präparatorische Knorpelverkalkungsschicht aber höher ist. Daß die Knorpelschicht höher ist als normal, das sehen wir bei den Obduktionen von Rachitisfällen, daß der Knochen in toto kürzer ist als normal, das geht aus den vielfältigen Beobachtungen der Literatur hervor, auf die wir bald zu sprechen kommen. Daß die knöcherne Diaphyse besonders kurz sein muß, geht schon aus dem ersten und dritten Punkte hervor. Daß diese Hemmung des Längenwachstums sich schon mit dem ersten Beginn der Rachitis einstelle, ist aber damit noch nicht bewiesen.

Die ältere Theorie besagt nun, die Knorpelschicht sei bei Rachitis darum pathologisch hoch, weil ein pathologisch gesteigertes Knorpelwachstum besteht bei normalem, nicht gehemmtem Abbau. Diese Annahme ist in Skizze II widergegeben. In dieser ist die knöcherne Diaphyse normal lang, entsprechend der Annahme, daß der vaskuläre Knorpelabbau, das heißt die enchondrale Ossifikation, nicht gehemmt ist. Und die enchondrale Ossifikation ist es ja, die das Längenwachstum der knöchernen Diaphyse bedingt. Ferner ist hier die Knorpelschicht pathologisch hoch, entsprechend der Annahme, daß ihr Wachstum pathologisch gesteigert ist. Aus diesem Verhalten der Diaphyse und des Knorpels geht von selbst hervor, daß die Gesamtlänge des Knochens pathologisch groß ist (Skizze II). Diese letzte Tatsache, steht aber in einem offenkundigen Widerspruch mit der Erfahrung, die besagt, der Knochen und damit das ganze Skelett sei bei Rachitis kürzer als normal.

Dieser Widerspruch wurde denn auch frühzeitig empfunden und darum griff man zu der Annahme, die Körperlast und die Muskelaktion komprimieren den weichbleibenden Knorpel, dieser werde darum

wieder niedriger und so die Gesamtlänge des Knochens unternormal. Diese Annahme ist in Skizze III widergegeben. Wenn der normale Knochen mit seiner normal hohen Knorpelschicht normal lang ist (I), so müßte bei der Rachitis das Zusammenpressen des zu einer pathologischen Höhe emporgewucherten Knorpels (II) zur Verhinderung einer übernormalen und zur Erzielung einer unternormalen Knochenlänge soweit getrieben werden, daß die Knorpelschicht niedriger wäre als normal, wie das in Skizze III dargestellt ist. Aber auch dieses Bild widerspricht der Erfahrung, da ja die Knorpelschicht bei Rachitis in Wirklichkeit pathologisch hoch ist. Abgesehen davon kann die pathologische Verkürzung rachitischer Knochen so erheblich sein, daß im Vergleich damit die Reduktion der Knorpelschicht auf einen Bruchteil ihrer normalen Höhe viel zu gering wäre, denn schon die normale Knorpelschicht ist sehr nieder. So sehen wir, wie das Bestehen eines zu kurzen Knochens mit einer zu hohen Knorpelschicht es bei der Rachitis unmöglich macht, die pathologisch hohe Knorpelschicht durch eine gesteigerte Knorpelwucherung bei nicht gehemmtem, vaskulären Abbau zu erklären. Diese alte Anschauung ist eine durch nichts bewiesene Annahme, die mit den realen Verhältnissen nicht in Übereinstimmung zu bringen ist.

Skizze 3.



Schema zur Erläuterung der verschiedenen Erklärungsversuche rachitischer Wachstumsstörung.

Anders ist es, wenn wir die Ursache des pathologischen Plus an Höhe der Knorpelschicht nicht in einem pathologisch gesteigerten Knorpelanbau, sondern in einem gehemmten Knorpelabbau erblicken. Nehmen wir vorerst an, daß hierbei der Knorpelanbau in normalem Tempo vor sich gehe, so bekämen wir die Skizze IV. In dieser ist die knöcherne Diaphyse viel kürzer als normal (Skizze I) und das ist ganz natürlich, denn der gehemmte Knorpelabbau, den wir nunmehr annehmen, bedeutet eine Hemmung der enchondralen Ossifikation und damit eine Hemmung des Längenwachstums der knöchernen Diaphyse. Ferner ist in Skizze IV der Knorpel pathologisch hoch, was er sein muß, wenn wir annehmen, daß er oben in normaler Menge angebaut, unten aber pathologisch langsam oder gar nicht abgebaut wird. Endlich ist in der Skizze IV die Gesamtlänge des Knochens normal, das heißt gleich der in Skizze I, und das ist darum der Fall, weil der Knorpelanbau, der allein die Gesamtlänge des Knochens bedingt, als normal angenommen wurde. Es ist hier besonders zu betonen, daß nicht die enchondrale Ossifikation die Gesamtlänge des Knochens beeinflußt, sondern nur der Knorpelanbau. Die enchondrale Ossifikation ist nur für die Länge der knöchernen Diaphyse maßgebend, was aber nicht mit der Länge des ganzen Knochen verwechselt werden darf. Ein normal langer Knochen mit pathologisch kurzer knöcherner Diaphyse ist durchaus vorstellbar.

In einem Punkte stimmt aber Skizze IV mit den realen Verhältnissen, wie sie in Skizze V widergegeben sind, noch nicht, denn die Gesamtlänge des Knochens ist in IV nicht geringer als normal, sondern gleich der der normalen in Skizze I. Die normale Gesamtlänge haben wir soeben auf die Annahme eines normalen Knorpelanbaues zurückgeführt. Diese Annahme muß nun dahin korrigiert werden, daß der Knorpelanbau bis zu einem gewissen Grade pathologisch verringert ist. Die Knorpelschicht wird also nicht so hoch ausfallen wie in IV, sondern etwas niedriger, und damit sehen wir auch den letzten Punkt, die pathologisch geringe Gesamtlänge des Knochens, erfüllt, wie das in Skizze V widergegeben ist.

Wir sind also, schon allein aus der makroskopisch feststellbaren Tatsache heraus, daß der rachitische Knochen trotz des pathologisch hohen Knorpels kürzer ist als normal, geradezu unausweichlich gezwungen, zur Erklärung des Plus an Knorpel einen pathologisch gesteigerten Knorpelanbau absolut zu leugnen und dafür einen gehemmten Knorpelabbau anzunehmen, der ja überdies histologisch nachweisbar ist; ebenso müssen wir zur Erklärung des Minus an Knochenlänge einen wenn auch weniger gehemmten Knorpelanbau postulieren, den wir auf diese Weise nur erschließen, aber mikroskopisch nicht wahrnehmen können.

Das Resultat der bisherigen Ausführungen gipfelt also in folgender Behauptung: Bei Rachitis ist sowohl der Knorpelanbau als auch der vaskuläre Knorpelabbau gehemmt, letzterer in höherem Grade als ersterer, und so kommt es dazu, daß mit der Zeit die Knorpelschicht zu pathologischer Höhe anwächst, während die Gesamtlänge des Knochens gegen die Norm zurücksteht.

Es fragt sich jetzt nur noch, ob wir Skizze V aus IV nicht auch so erhalten können, daß wir statt gehemmtem Anbau uns die Knorpelmasse durch mechanische Einwirkung zusammengedrückt vorstellen. Diese Kompressionstheorie haben wir im Rahmen der alten Annahme, wonach der Knorpelabbau nicht gehemmt, der Knorpelanbau aber pathologisch gesteigert sein sollte, unbedingt verwerfen müssen (Skizze II, III). Die Frage geht nun dahin, ob wir nicht wenigstens die Kompressionstheorie von der alten, verlassenen Anschauung in die neue mit hinübernehmen können. In diesem neuen Rahmen müßte die Knorpelkompression mit der Annahme des gehemmten Knorpelanbaues in Konkurrenz treten, wenn es gilt, die pathologisch geringe Gesamtlänge des Knochens zu erklären. Es fragt sich nun, ob wir uns für die ausschließliche Kompression oder für die ausschließliche Hemmung des Knorpelanbaues entscheiden oder aber ob wir beide nebeneinander gelten lassen und wie groß in letzterem Falle der Anteil der einen und wie groß der der anderen Annahme sein wird.

Die Kompressionstheorie ist schon darum diskutabel, weil wir, wie wir später hören werden, histologisch tatsächlich am Knorpel die Folgen stattgehabter Kompression vorfinden können, und zwar in Form des Sinterknorpels, der Zellnekrose und des Rosenkranzes. Doch finden sich solche Veränderungen meist nur in schweren Rachitisfällen und zum Teil überhaupt nur selten. So ist die Kompressionstheorie schon aus diesem Grunde nicht für alle Rachitisfälle anwendbar. Es wird ferner aus den unten folgenden Literaturangaben zur Genüge hervorgehen, daß das Ausmaß der Hemmung im Längenwachstum rachitischer Knochen so überraschend groß ist, daß es völlig unmöglich ist, es allein auf die Knorpelkompression zurückzuführen. Es besteht kein Zweifel, daß die Hemmung des Knorpelwachstums von unvergleichlich größerer Bedeutung ist. Aber völlig leugnen können wir die Rolle der Knorpelkompression für das Zustandekommen des Minus an Knochenlänge doch nicht. Wenn wir uns fragen, wie wir in unserer Skizze das Schema V aus IV erhalten können, so werden wir sagen, hauptsächlich durch die Annahme eines verlangsamten Knorpelanbaues und nur zum geringen Teile durch Kompression des Knorpels. Das heißt in V wäre der Knorpel auch ohne Kompression niederer als in IV, aber infolge der Kompression wird er noch um etwas niederer. Hingegen ist es unvorstellbar, daß der Knochen eines rachitischen Zwerges ausschließlich oder hauptsächlich infolge der Knorpelkompression so enorm klein blieb.

Nebenbei erscheint diese Verlangsamung des Knorpelanbaues unter den bei Rachitis obwaltenden Umständen für die statischen Aufgaben des gesamten Knochens nur dienlich, denn das Anwachsen des kalklos bleibenden Knorpels kann die Brauchbarkeit des Knochens nur herabsetzen. Die beste Art,

den rachitischen Skelettstörungen zu begegnen, wäre ja überhaupt entweder die Beseitigung der Kalkstörung oder zumindest die, allen Umbau, d. i. den An- und Abbau am Knochen- und Knorpelgewebe zum Stillstand zu bringen, denn der Abbau beraubt das Skelett aller festen, in vorrachitischer Zeit verkalkten Bestandteile und was ihm dafür der Anbau zu bieten hat, ist statisch wegen der gestörten Verkalkung unbrauchbar. Ein Stillstand des Wachstums hätte den Nachteil, daß das Skelett zu klein bliebe. Dieser Nachteil ist aber kleiner als die vielen Konsequenzen rachitischer Knochenweichheit. In diesem Sinne kann die spontan bei der Rachitis sich einstellende Hemmung des Knorpelanbaues als funktionell bedingt und so für die Statik günstig bezeichnet werden. Wenn das mit kongenitaler Thyreoaplasie behaftete kretinistische Kind niemals rachitisch wird, so beruht ja diese alte Erfahrung eben darauf, daß das Kretinenskelett im Wachstum fast stillsteht. Die Rachitis aber beruht auf dem Kalklosbleiben des frisch apponierten Knochen- und Knorpelgewebes. Wo aber nichts oder fast nichts apponiert wird, kann Rachitis eben nicht auftreten.

* * *

Wir haben im Vorangehenden es absichtlich vermieden, Literaturangaben in unsere Darstellung aufzunehmen, die die Übersichtlichkeit des Dargestellten beeinträchtigt und dem weniger Eingeweihten den Stoff noch verwickelter hätten erscheinen lassen als er es schon ohnehin ist. Es ist hier die Literatur des Gegenstandes weit komplizierter als der Gegenstand selbst. Nachdem wir aber von den in Rede stehenden Fragen eine klare Vorstellung gewonnen und in uns befestigt haben, können wir von diesem gesicherten Standpunkt aus nunmehr auch die Literatur etwas näher beleuchten, deren Studium uns zeigen wird, wie außerordentlich mühsam und langsam sich die richtige Erkenntnis herauskrystallisiert hat, wie immerfort das alte Schlechte verworfen und durch ein neues Besseres ersetzt wurde, das aber noch immer nicht das Beste war, sondern manches Irrige in sich barg. Die Unklarheit der Vorstellungen geht hier zeitweise so weit, daß nicht selten derselbe Autor nicht nur etwa zu verschiedenen Zeiten differente Ansichten äußerte, was man als Fortschritt und vertiefte Erkenntnis, somit als ganz natürlich ansehen darf, sondern es finden sich krasse Widersprüche oft in ein und derselben Publikation. Es mag darum nicht wundernehmen, daß wir in der folgenden Literaturzusammenstellung nicht selten denselben Autor unter den Vertretern zweier unvereinbarer Anschauungen finden.

Wir werden uns selber vor vielen Irrtümern schützen und irrige Anschauungen stets sofort herausspüren, wenn wir uns, worauf schon oben einmal kurz hingewiesen wurde, stets klar vor Augen halten, daß das Längenwachstum des gesamten Knochens und das der knöchernen Diaphyse zwei verschiedene und zum Teil selbst voneinander unabhängige Dinge sind. Davon, ob der vaskuläre Knorpelabbau und die enchondrale Ossifikation vor sich geht oder nicht, hängt nicht das Längenwachstum des gesamten Knochens und Skelettes ab, sondern nur das Längenwachstum der knöchernen Diaphyse. Das Längenwachstum des gesamten Knochens hängt einzig und allein von der Knorpelapposition ab und es ist für die Gesamtlänge des Knochens, nicht aber für seinen inneren Aufbau, zunächst gleichgültig, ob der gebildete Knorpel tiefer unten vaskulär abgebaut und enchondral ossifiziert wird oder nicht. Von diesem letzteren Umstande ist nur eine Frage sekundärer Art abhängig, nämlich die, inwieweit das Längengebiet der knöchernen Diaphyse sich auf Kosten des Knorpels ausdehnt, also sich die Knochen-Knorpelgrenze epiphysenwärts verschiebt. Schon Virchow sagte, daß das Längenwachstum des Knochens und damit des ganzen Körpers vor allem vom Wachstum des Epiphysenknorpels abhänge. Doch findet sich bei Virchow wieder vieles, was dieser richtigen Auffassung direkt widerspricht.

* * *

Wir beginnen mit der in der Literatur schon seit langem und vielfach noch bis auf den heutigen Tag vertretenen Ansicht, daß die exzessive Höhe der Knorpelschicht bei Rachitis in einer pathologisch gesteigerten Knorpelproduktion ihren Grund habe. Von einer pathologisch und exzessiv gesteigerten

Knorpelwucherung spricht Virchow und führt sie auf im Blute zirkulierende »Reizsubstanzen« zurück. Ein andermal führt er wieder das pathologische Anwachsen des Knorpels auf die Langsamkeit seiner Verkalkung zurück. Auch Kassowitz nimmt eine pathologisch gesteigerte Knorpelwucherung an, führt sie aber auf Überernährung durch jene entzündliche Hyperämie zurück, die er als das Primäre bei der Rachitis ansieht. Auch Pommer spricht von einer »über die normalen Maße« gesteigerten Knorpelwucherung, als deren Grund er einen auf die Knorpelzellen und Gefäße ausgeübten mechanischen Reiz ansieht, wie er beim Druck auf den kalklos bleibenden, also weichen Knorpel besonders leicht zustande kommt. Wir haben oben ausgeführt, warum eine pathologisch gesteigerte Knorpelapposition bei der Rachitis nicht angenommen werden kann.

* * *

Nun zur Kompressionstheorie. Schon Virchow selbst sagt, daß, wenn bei florider Rachitis trotz gesteigerter Knorpelapposition der Knochen nicht pathologisch lang werde, sondern von normaler Länge sei, dies nur darin seinen Grund habe, daß der vermehrte Knorpel durch die Körperlast und die Muskelaktion zusammengepreßt werde und so bald in die Breite gehe.

Breus und Kolisko, welche die Rachitis am Becken in eingehendster Weise studierten, führen die Bedeutung der Knorpelkompression auf jenes geringe, aber richtige Maß zurück, wie wir es oben selber in unseren Ausführungen vertreten haben. Diese Autoren sagen wörtlich: »Derartige Kompressionserscheinungen kommen an den Beckenknochen stellenweise vor, spielen aber, wie wir sehen werden, nur eine sehr untergeordnete Rolle und finden sich niemals in einem Umfange, der dem bedeutenden rachitischen Längendefizit auch nur annähernd entsprechen könnte.«

Schmorl meint, die Kompression führe in geringfügigem Grade zur Kürze der rachitischen Knochen, aber sie genüge nicht zur Erklärung des dauernd beeinträchtigten Längenwachstums derselben. Aber nach Schmorl wird das Bindegewebe und kalklose Knochengewebe und nicht das elastische, widerstandsfähige und darum bei Belastung ausweichende Knorpelgewebe komprimiert und das führt zum Rosenkranz. Der Knorpel werde aber nur sekundär in Mitleidenschaft gezogen. Von der Richtigkeit dieser letzteren Anschauung belehrt uns ein Blick auf unsere Fig. 12 und 13, bei denen im Gipfelpunkt jener Ausbauchung, die wir Rosenkranz nennen, nicht der Knorpel liegt, sondern das Osteoid der sekundären Spongiosa. Daß der Knorpel, bei noch nicht zu alten Fällen wenigstens, tatsächlich erst sekundär in Mitleidenschaft gezogen wird, sehen wir an unseren Figg. 13 und 14, wo die Zellsäulen des im Vergleich mit dem Bauche des Rosenkranzes noch sehr schmalen Knorpels nach unten strahlig auseinanderweichen. Nach langer Zeit aber paßt sich der Knorpel der neuen Rippendimension durch Breitenwachstum an und so sehen wir in Fig. 16 die Zahl der nebeneinanderstehenden Zellsäulen in der Knorpelwucherungszone (*KW*) pathologisch vermehrt und sogar den ruhenden Knorpel (*rK*) im Vergleich mit dem einer normalen Rippe (Fig. 4 bis 7) bedeutend verbreitert.

* * *

Der erste Autor, der die Verbreiterung der Knorpelschicht bei Rachitis auf gehemmten vaskulären Abbau zurückführte, war ein Kliniker. In der ersten Auflage seines Lehrbuches spricht Heubner in klarer Weise diese Meinung aus, führt die Verbreiterung der Knorpelschicht ausschließlich auf die Verlangsamung des Tempos im Knorpelabbau zurück und lehnt es ab, eine pathologisch gesteigerte Knorpelwucherung als Ursache der pathologischen Schichthöhe anzuerkennen. Da also die Knorpelschicht deshalb zu pathologischer Höhe anwächst, weil sie oben immerfort neu produziert wird, unten aber nicht verbraucht wird, sich somit anstaut, schlägt Heubner, jedoch erst in der zweiten Auflage, vor, diese Knorpelschicht nicht mehr »Wucherungszone«, sondern »Stauungszone« zu nennen.

Unabhängig von Heubner kommen Breus und Kolisko ein Jahr später zu gleichen Resultaten. Die Lektüre dieser Autoren gestaltet sich darum besonders interessant, weil man gerade hier den Umschwung, den allmählichen Übergang von der alten zur neuen Anschauung sehr gut verfolgen kann.

So findet sich an einer Stelle die Angabe, daß im Anfang der Rachitis der Knorpel eine mächtige Proliferationsschicht produziert; dann heißt es wieder, die Knorpelwucherung »ist großenteils auch nur relativ gesteigert«; und wieder an einer anderen Stelle: »Wäre die Knorpelproduktion eine wirklich gesteigerte gewesen..., so könnte der Vergleich (der Knochenlänge) nicht so ungünstig für den rachitischen Knochen ausfallen.« Der nun einmal aufgekommene Zweifel an dem gesteigerten Knorpelanbau kommt dann in folgendem Satze zum Ausdruck: »Es handelt sich nicht so sehr um ein Plus an Knorpelproduktion, als vielmehr um ein Minus an Knorpelverbrauch zur Überführung in Knochen.« Und endlich in eindeutiger Weise und ohne Einschränkung findet sich der Gedanke vom gehemmten Knorpelabbau als Ursache der pathologischen Höhe der Knorpelschicht in dem Satze: »Es stauen sich gleichsam die zur Knochenbildung vorbereiteten, aber unverbrauchten Knorpelmassen.« Wir sehen, Heubner's Vorstellung von der Stauung des Knorpels kehrt hier wieder. Diese Zitate mögen zeigen, wie sich die Autoren zur neuen Anschauung durchringen, Schritt für Schritt, wie es eben in dieser Übergangszeit ganz natürlich erscheint.

Dieser modernen Anschauung von Heubner, Breus und Kolisko, wonach bei Rachitis der vaskuläre Knorpelabbau verlangsamt ist oder stillsteht und dies der Grund für die pathologische Höhe der Knorpelschicht sei, schließen sich die neuen Publikationen von Schmorl, M. B. Schmidt und v. Recklinghausen vollinhaltlich an und auch wir konnten ihr auf Grund unseres Materials um so eher das Wort reden, als sich die Hemmung des vaskulären Knorpelabbaues histologisch nachweisen ließ. Wenn Schmorl als die Ursache für die Hemmung des vaskulären Abbaues das Ausbleiben der Knorpel verkalkung bezeichnet, so konnten auch wir uns dieser Anschauung anschließen, da auch bei der Ratte der reguläre vaskuläre Abbau stillsteht, wenn ihm nur kalkloser Knorpel zur Verfügung steht. Doch waren wir p. 94 [456] gezwungen, außerdem auch noch anzunehmen, daß diese Hemmungserscheinung, neben mehreren anderen Hemmungserscheinungen, auch noch als eine der Rachitis spezifische Eigenschaft angesehen werden muß, denn sie erscheint bereits zu einer Zeit, wo kalkhaltiger Knorpel noch in genügender, ja selbst normaler Menge vorliegt. So wie die Rachitis überhaupt, so muß auch diese generell im Skelett verbreitete Hemmungserscheinung eine allgemeine Ursache haben; wie ja zum Beispiel Dieterle die gleiche Hemmungserscheinung bei kongenitaler Schilddrüsenaplosie und Schilddrüsenexstirpation und ich nach Ek.-Exstirpation fand. Damit allein ist aber noch nicht bewiesen, daß auch die Rachitis auf dem Funktionsausfall irgend einer Blutdrüse beruhen müsse.

* * *

Eine Unvollkommenheit haftete der neuen Anschauung aber doch noch an und das ist die Annahme, daß der Knorpel, der an seiner Unterfläche zu langsam oder gar nicht abgebaut wird, an seiner oberen Grenze in normaler Menge angebaut wird. Diese Meinung hatte schon Heubner selbst ausgesprochen und wir finden bei Stoeltzner, M. B. Schmidt und Schmorl immer wieder ausgesprochen, daß der Knorpel in normaler Weise, in normalem Tempo oder in normaler Menge produziert werde. Wir haben gelegentlich unserer Ausführungen auseinandergesetzt, daß die Produktion einer normalen Knorpelmenge darum nicht zugegeben werden kann, weil sie bei der geringen Bedeutung, die wir der Knorpelkompression zugestehen können, zur Folge haben müßte, daß die Knochen und damit das Skelett bei Rachitis ungefähr die normale Länge aufweisen müßte, was aber nicht der Fall ist.

* * *

Wir wollen daher im folgenden kurz auf die Literatur der rachitischen Hemmung des Knochen- und Körperwachstums eingehen. Die Verkürzung rachitischer Knochen ist eine sehr auffallende Erscheinung; sie ist schon dem ersten Beschreiber der Rachitis Glisson (1660) aufgefallen. Freilich hängt der Grad der Verkürzung auch von der Dauer der Rachitis ab und dies ist wohl der Grund,

warum Virchow die Knochen bei junger Rachitis »häufig von entsprechender Länge« fand. Eine Verkürzung hat Virchow nur in verkrümmten Knochen gesehen, und zwar selbst wenn er die Verkrümmung in Rechnung brachte, und führt in solchen Fällen die Verkürzung auf Ernährungsstörungen durch Dislokationen zurück. Nach v. Ritter ist die Wachstumshemmung die konstanteste Erscheinung der Rachitis. Er sah die Kinder, so lange die Rachitis im Fortschreiten war, im Wachstum zurückbleiben oder völlig stillstehen, so daß sie nie die normale Durchschnittslänge erreichten und erst bei der Heilung wieder an Körpergröße zunahmen.

Natürlich stellen auch sämtliche modernen Publikationen, so zum Beispiel die von M. B. Schmidt, Schmorl, Stoeltzner, v. Rechlinghausen und anderen, die rachitische Wachstumshemmung fest aber keine von ihnen geht auf das uns besonders interessierende Thema so eingehend ein und bringt so wertvolles Material bei, wie die von Breus und Kolisko. Das Becken, auf das sich die Untersuchungen dieser Autoren beziehen, scheint fürs Studium der rachitischen Wachstumshemmung ein besonders günstiges Objekt zu sein, vielleicht darum, weil es ein langsames enchondrales Längenwachstum besitzt. Die rachitische Wachstumshemmung wird an den von Haus aus viel rascher wachsenden Rippen oder langen Röhrenknochen sich vielleicht nicht so stark geltend machen können wie an dem schon von Haus aus langsamer wachsenden Becken. Es sei dem wie immer, wir hören in keiner anderen Publikation von einer so enormen Wachstumshemmung wie gerade in dieser.

Breus und Kolisko finden den Längenzuwachs bei Rachitis kümmerlich und die Wachstumshemmung in allen Knochen des Skelettes. Daher sind alle Knochen eines rachitischen Kindes zu klein, selbst solche, in denen die Appositionsstellen noch nicht rachitisch affiziert sind. Speziell das Becken ist viel zu klein, so daß man einen groben Fehler machen würde, wollte man in einem solchen Falle aus der Beckengröße auf das Alter des Kindes schließen. Das Becken rachitischer Kinder ist niemals normal groß, auch wenn im Knorpel keine rachitischen Veränderungen nachweisbar sind. Das Becken eines zwei- bis vierjährigen rachitischen Kindes ist oft halb so groß wie ein normales. Die Frage, wann die Hemmung des Längenwachstums bei Rachitis erfolge, ist, wie Breus und Kolisko betonen, bisher sehr verschieden beantwortet worden. v. Ritter, Baginsky und Henoch meinten, dies sei während des Verlaufes der Rachitis der Fall, Guerin, Jenner und Feldmann sowohl während als auch nach der Rachitis, Virchow nur nach Ablauf der Rachitis. Breus und Kolisko erledigen diese Frage mit folgendem Satze: »Die Wachstumshemmung zur Zeit der Rachitis ist eine ebenso konstante als enorme. Eine Fortdauer derselben nach Ablauf der Rachitis kommt aber nur in seltenen Ausnahmefällen vor und bleibt auch in diesen dem Grade nach weit hinter jener der Krankheitsepoche zurück.«

* * *

Es geht aus diesen Ausführungen aufs klarste hervor, daß wir in der Hemmung des Längenwachstums geradezu eine der spezifischesten Eigenschaften der Rachitis zu erblicken haben, mit der das Fortbestehen eines normalen Knorpelanbaues unvereinbar erscheint. Bei der geringen Bedeutung, die wir der Kompressionstheorie zuerkennen konnten, wird die Kompression beiweitem nicht genügen, um das Fortbestehen normaler Knorpelapposition annehmbar zu machen. Es bleibt daher nichts anderes übrig, als anzunehmen, daß die Knorpelproduktion zufolge einer spezifischen Eigenschaft der Rachitis gehemmt sei. Wir selbst haben in unseren Ausführungen diese Anschauung vertreten und wir finden sie sporadisch, oft nur nebenher, auch schon von anderer Seite geäußert.

Entsprechend seiner Anschauung, daß während der Rachitis der Knorpel eine pathologisch gesteigerte Wucherung aufweist und das Skelett normal lang sei, während nach Ablauf der Rachitis das Skelettwachstum sich verlangsame, nimmt Virchow auch an, daß während der Rachitis Knorpelwachstum fortbestehe, »erst nachher pflegt sich oft eine Verlangsamung, ja zuweilen ein frühzeitiger Stillstand einzustellen«.

In sehr treffender Weise bemerken Breus und Kolisko, daß die Anwesenheit einer pathologisch hohen Knorpelschicht ein Hemmnis für die Erkenntnis der Tatsache war, daß bei Rachitis das Längenwachstum gehemmt sei. Diese Bemerkung, glaube ich, können wir auch auf das gehemmte Knorpelwachstum anwenden. Denn um wieviel paradoxer muß es klingen, wenn man bei einer pathologisch hohen Knorpelschicht annimmt, die Knorpelproduktion sei verlangsamt! Breus und Kolisko sprechen in der Tat noch gar nicht von einer solchen Verlangsamung der Knorpelproduktion.

Da, wo Loser von den bei Rachitis bestehenden regressiven Erscheinungen, nämlich von den Hemmungen aller aktiven Vorgänge im Knochen spricht, nennt er als Beispiele: 1. Die Hemmung der Kalkablagerung; 2. die zu Porose führende Hemmung des Knochenanbaues; 3. die zur Verbreiterung der Knorpelschicht führende Hemmung der Markraumbildung und 4., was uns hier eben am meisten interessiert, die zur Verzögerung des Längenwachstums führende Wachstumshemmung des Epiphysenknorpels.

Schmorl sagt, die Ursache der dauernden Beeinträchtigung des Längenwachstums bei Rachitis sei noch nicht bekannt. Vielleicht kommen degenerative Prozesse oder partielle Zerstörungen der dicht unter dem ruhenden Knorpel gelegenen Teile der Proliferationszone in Betracht.

v. Rechlinghausen sagt, daß trotz der abnormen Höhe der Wucherungszone bei Rachitis eine Abnahme der Knorpelproliferation besteht. Da aber, wo er von der Hemmung des Längenwachstums spricht, bezeichnet er diese als eine Folge gehemmter enchondraler Ossifikation.

* * *

Wir sehen also, daß die Annahme einer Appositionshemmung des Knorpels bei Rachitis erst in allerjüngster Zeit allmählich als das letzte Glied in der Kette auftaucht, wenn auch noch vorläufig diese Vorstellung weder ganz klar noch gefestigt erscheint. Insbesondere störend ist die immer wieder auftauchende Meinung, die gehemmte enchondrale Ossifikation trage die Schuld am Kürzerbleiben des Knochens. Es ist wohl richtig, daß der Knochen eines Erwachsenen seiner ganzen Länge nach auf dem Wege eben dieser enchondralen Ossifikation aufgebaut wird, aber dem Prozeß der enchondralen Ossifikation muß eben Knorpelproduktion vorausgehen. Diese ist das Primäre. Die enchondrale Ossifikation kann nichts anderes bewerkstelligen, als diejenige Längenstrecke des Knochens, die provisorisch aus Knorpelmaterial aufgebaut wurde, sekundär in Knochensubstanz überzuführen. Ist das Längenwachstum des Knorpels gehemmt, so kann die enchondrale Ossifikation in punkto Längenwachstum gar nichts ausrichten; ist aber das Längenwachstum des Knorpels normal, so nimmt auch die Gesamtlänge des Knochens in normalem Maße zu, selbst wenn die enchondrale Ossifikation ganz ruht. Letzterer Umstand hat nur zur Folge, daß in der Gesamtlänge des Knochens ein pathologisch großer Teil knorpelig bleibt. Wenn also ein Knochen zu kurz ist, so ist er das deshalb, weil zur Zeit seines Wachstums die Knorpelproduktion gehemmt war. Daß dann auch die folgende enchondrale Ossifikation ihre knochenaufbauende Tätigkeit in beschränktem Ausmaße entfalten wird, ist sekundärer Art und eigentlich selbstverständlich.

Daß man immer wieder unrichtigerweise die Hemmung der enchondralen Ossifikation als Ursache des gehemmten Längenwachstums hinstellte, ist der Grund dafür, daß die Erkenntnis, die Ursache der Wachstumshemmung liege eigentlich im Knorpel, so lange auf sich hat warten lassen. Damit sei natürlich nicht bezweifelt, daß die enchondrale Ossifikation bei Rachitis gehemmt ist. Sie ist es in hohem Maße. Sie hat aber auf die gesamte Länge des Knochens keinen Einfluß, sondern nur darauf, wieviel von dieser Gesamtlänge knöchern ist, das heißt, die enchondrale Ossifikation bedingt bloß die Länge der knöchernen Dia- und Epiphyse, die beide, wie es hochgradig rachitische Knochen vielleicht am augenfälligsten zeigen, nicht der alleinige Faktor der Gesamtlänge des Knochens sind. In der Literatur allen jenen Angaben im Detail zu folgen, die zeigen, wie oft schon der Fehler begangen wurde, das gehemmte Längenwachstum des Skelettes der enchondralen Ossifikation in die Schuhe zu schieben, erscheint als unfruchtbar und soll darum unterbleiben.

Was wir bisher über die präparatorische Verkalkungszone gesagt haben, betrifft nur ihren Kalkgehalt und ihre Höhe. Wir wollen jetzt die histologische Beschaffenheit der Schicht ins Auge fassen. Die Knorpelzellen zeigen ein viel abwechslungsreicheres Verhalten als in der normalen Rippe. In jenen leichteren Fällen allerdings, in denen die Schicht ganz oder fast ganz verkalkt ist (21 *A*, 9 bis 14) haben wir auch bei Rachitis dieselben großen, hellen, rundlich-polygonalen, sich abplattenden Zellen mit dem großen, hellen, runden Kern. und dem ganz hellblauen Protoplasma, wie unter normalen Umständen, die Zellen alle vom gleichen Typus, was ein ruhiges Bild gibt. Aber auch schon in diesen leichten Fällen schwankt die Zellgröße von Fall zu Fall mehr als normal und ausnahmsweise findet man gegen die untere Schichtgrenze zu das Zellprotoplasma statt hellblau und wabig, sattrot und granuliert, wie wir das bei den schweren Fällen öfter sehen werden, aber in normalen Fällen niemals beobachten. Am Menschenmaterial sah v. Recklinghausen eine grobkörnige Beschaffenheit der Knorpelzellen.

Schon in jenen Fällen, in denen axial eine erst geringe Menge kalklosen Knorpels aufgetreten ist, findet man die Zellen in diesem kalklosen Gebiete zum Teil von der Norm abweichend, klein, dunkel (15, 20), statt groß und hell, querspindelig (20), statt rund, die Kerne pyknotisch (11) statt groß rund und hell, während die Zellen im verkalkten Knorpel desselben Schnittes von der Norm nicht abweichen.

In jenen schweren Rachitisfällen aber, in denen kalkloser Knorpel sich in beträchtlicher Menge angesammelt hat (17, 18, 19, 21 *B*), ist die Zellmannigfaltigkeit oft sehr groß, wodurch ein unruhiges Bild entsteht (*pV* Fig. 13, 15, *k—p* Fig. 14, 18). Die Zellen sind bald von normaler Beschaffenheit, also groß und hell, bald klein und dunkel, bald ganz ungewöhnlich groß, blau oder rot, die Form rund, polygonal oder platt, die Kapsel dünn oder dick, rot oder blau; die Kerne bald groß und hell, bald klein und dunkel, sogar zackig und sternförmig geschrumpft, pyknotisch, ein Zeichen für die regressive Natur der Zellveränderung; das Protoplasma bald hellblau, bald ganz dunkelrot oder -blau, bald grob wabig oder strahlig geschrumpft, und alles das oft bunt durcheinandergewürfelt im selben Schnitt. Ganz besonders auffallend war es, daß in fünf Fällen (17, 18, 21 *B*, 10 und 11) manche nahe der unteren Schichtgrenze gelegenen Zellen, niemals an anderen Stellen, ein sattrot gefärbtes, bald fein, bald grob granuliertes, einmal homogenes (11) Protoplasma aufwiesen, für welche Erscheinung eine Erklärung schwer zu finden ist. Das häufige Vorkommen besonders großer Zellen mit hydropischem Protoplasmaleib und dunkler Kapsel neben pathologisch kleinen Zellen hat beim Menschen Kassowitz beschrieben.

Die große Mannigfaltigkeit der Zellen ist wohl in dem weitaus größten Teil des kalklosen Knorpels anzutreffen, ausgenommen aber sind in typischer Weise die marginalen, obersten Abschnitte der Schicht, ohne Unterschied, ob der Knorpel kalkhaltig oder kalklos ist (Fig. 13 *b*, *c*, Fig. 14 *c*, *k* + *pV*, Fig. 15 *c*, Fig. 18 *b*, *h*). An diesen Stellen, welche aber nur einen geringen Teil der Knorpelmasse ausmachen, sind die Zellen von gleichmäßiger, normaler Beschaffenheit.

Wenn wir uns nach den Ursachen der oben geschilderten regressiven Veränderungen der Knorpelzellen fragen, so werden wir von vornherein an zwei Momente zu denken haben. Vor allem an die mit dem Größerwerden des Knorpelmassivs immer ungünstiger sich gestaltende Ernährung des von Haus aus gefäßlosen Gewebes vom Perichondrium her, welchem Übelstande aber durch das sekundäre Eindringen einzelner Gefäße ins Knorpelmassiv (siehe unten) gesteuert wird. Mit dieser Annahme steht es in guter Übereinstimmung, daß die peripherstenden ernährenden Perichondrium zunächst gelegenen Knorpelteile keine regressiven Veränderungen darbieten. Ferner könnten mechanische Läsionen die Knorpelveränderung bewirken, wofür die unten zu erwähnenden Blutungen im Knorpelinnern sprechen könnten. Es ist ja von vornherein klar, daß, je höher das widerstandsunfähige, weil kalklose, Knorpelmassiv ist, es desto leichter und ausgiebiger bei der Beanspruchung auf Druck und namentlich auf Biegungs- und Strebfestigkeit deformiert werden wird. Mit diesem Erklärungsversuch stimmt nur die Tatsache nicht überein, daß bei der Beanspruchung auf Biegungs- und Strebfestigkeit es sich vor allem um Zug- und Druckkräfte handelt, die namentlich gegen die äußerste Peripherie des Knorpels wirksam sind, woselbst aber in unserem Falle die Knorpelzellen am besten erhalten sind. Gegen das Zentrum des Knorpels, wo wir die Veränderung finden, nehmen nur die abscherenden Kräfte zu, die aber weniger

in Betracht kommen, abgesehen davon, daß nach Roux gerade das Knorpelgewebe es ist, welches der Scherkraft am besten widersteht. — Neuestens findet Ribbert die Knorpelzellnekrose ausnahmslos in jedem Rachitisfalle und sieht sie als primäre Veränderung an, vermutlich durch dasselbe Toxin erzeugt, wie die Behinderung der Kalkaufnahme.

Ein besonderes Beispiel mechanischer Widerstandsunfähigkeit des kalklosen Knorpelmassivs ist das Vorkommen von Sinterknorpel. (Fall 15, 16, 19, 21 *B*.) Dieser geht durch Kollaps, infolge mechanischen Drucks aus dem kalklosen Knorpel hervor und dementsprechend sind seine Zellen kollabiert, plattgedrückt, enthalten entweder durchwegs (16) oder nur zum Teil (19, 21 *B*), einen plattgedrückten, dunkeln, pyknotischen Kern oder dieser fehlt ganz (15), die Knorpelkapsel erscheint leer und zum Schluß kann sie sogar soweit kollabieren, daß der ehemalige Zellraum verschwindet und die Kapselwände sich berühren, also gänzlich kollabieren. Auf diesen totalen Kollaps der Kapseln ist es vielleicht zurückzuführen, daß zwischen den noch nicht total kollabierten Zellen die Grundsubstanz, die im Gegensatz zu der des kalklosen und nicht kollabierten Knorpels sattrot statt hellviolett sich färbt, reichlicher vorzuliegen scheint als sonst: Es sind das eben die Kapseln total kollabierter Zellen. Wo der Sinterknorpel in großer Menge (Fall 19) vorkommt, da kann er von zahlreichen Gefäßen durchzogen sein.

In den vier Fällen, in denen Sinterknorpel sich fand, war er in sehr verschiedener Menge vorhanden. Im Falle 19 war er am reichlichsten (Fig. 15 *e*), und bildete einen namhaften Teil der präparatorischen Verkalkungsschicht, in den Fällen 16 und 21 *B* war er lange nicht so reichlich (Fig. 12 *b*), und im Falle 15 nur in sehr geringer Menge vorhanden. In allen Fällen fand er sich aber nur an einer typischen Stelle, an der unteren Peripherie des kalklosen Knorpels, dort, wo dieser unmittelbar der Knochenspongiosa aufruht.

Schon diese Lokalisation im Zusammenhang mit der immer platter werdenden Gestalt der kollabierenden Zellen sprechen für die mechanische Genese des Sinterknorpels; er entsteht dadurch, daß sich der Knorpel an seiner Unterlage aufdrückt. Diese Anschauung wird durch die Fälle 16 und 21 *B* in klarer Weise noch durch folgendes Verhalten besonders gestützt. Im Falle 16 ruht der kalklose Knorpel auf den Spongiosabälkchen *c*, Fig. 12, die dank ihrem Einschluß kalkhaltigen Knorpels als fest anzusehen sind und im Falle 21 *B* auf den im wesentlichen gut verkalkten Spongiosabalken *g*, Fig. 18. In beiden Fällen fand sich Sinterknorpel fast ausschließlich nur gerade über diesen Spongiosabälkchen (*b*, Fig. 12), während zwischen zwei Knochenbälkchen, wo der Knorpel einer harten Unterlage entbehrte, auch der Sinterknorpel fehlt. Einen klareren Beweis für die mechanische Genese dieser Knorpelveränderung kann man nicht verlangen. Von einem schichtweisen Vorkommen kleiner Zellen spricht Kassowitz, der sie als unreife Formen ansieht. Ob aber diese kleinen Zellen mit unserem Sinterknorpel identisch sind, läßt sich nach der Beschreibung nicht sagen.

Die bei Rachitis in der präparatorischen Verkalkungszone aus den Zellen zusammengesetzten Säulen stehen in den leichteren Fällen ebenso dicht beisammen wie normal, in den schwersten Rachitisfällen aber infolge reichlicherer Zwischenlagerung von Grundsubstanz viel weiter auseinander und zwar ist dies nur in den axialen Partien der Fall, wo die Zellen regressive Veränderungen zeigen, während marginal, wo die Zellen normal sind, die Säulen auch dicht zusammen stehen. In leichteren Rachitisfällen stehen die Zellsäulen parallel zur Rippenachse (Fig. 10), in schweren Fällen ist dies nur axial der Fall, während marginal die Säulen nach oben konvergieren (Fig. 13 *b*, *c*), und zwar stärker als dies normal vorkommt. Es ist selbstverständlich, daß mit der Zunahme der Schichthöhe die Zellsäulen ebenfalls höher werden. Während man normaliter 2 bis 4, ganz ausnahmsweise bis 7 Zellen übereinander in der Säule zählt, sind 6 bis 8 Zellen nur bei den ganz leichten Rachitisfällen zu zählen, bei denen aber auch schon 15 bis 18 in einer Säule übereinander liegen können, während in den schwersten Fällen ihrer 80 und 100 übereinandergetürmt sind. Während normaliter der Übergang der Knorpelwucherungsschicht zur präparatorischen Verkalkungszone in der Regel etwas langsam, selten plötzlich erfolgt, ist er in leichten Rachitisfällen stets recht plötzlich, während er in den schwersten Rachitisfällen viel langsamer erfolgt, als

dies je unter normalen Umständen vorkommt, ja selbst so unmerklich, daß es schwer ist, in einer Zellsäule die Stelle zu bestimmen, an der beide Schichten ineinander übergehen.

Die homogene Grundsubstanz hat, wenn sie kalklos ist, eine hellbläulich-violette Farbe und ist in den leichteren Fällen und ebenso auch in den marginalen Partien der schweren Fälle zwischen den Zellsäulen ebenso spärlich wie zwischen den Zellen in den Säulen. Aber bei den schwersten Fällen, in den axialen Partien, dort wo auch die Zellen regressive Erscheinungen darbieten, ist die Grundsubstanz zwischen den Zellsäulen reichlich und degeneriert, das heißt nicht mehr homogen, sondern in der Längsrichtung aufgefasert und entweder rein rot oder dunkelblau statt hell blauviolett. So beteiligen sich an den regressiven Veränderungen der axialen Knorpelpartien nicht nur die Zellen, sondern auch die Grundsubstanz. Bei menschlicher Rachitis beschreiben Kassowitz, Schmorl und v. Rechlinghausen analoge Veränderungen der Grundsubstanz, nämlich eine faserige Beschaffenheit mit Längsstellung der Streifen in den Grundsubstanzpfeilern. Kassowitz hält den Prozeß bald für eine schleimige Degeneration mit Verarmung der Grundsubstanz an Fibrillen und Zellschwund, bald für eine überstürzte und darum unvollkommen ausfallende Knorpelbildung, die sich durch nachträgliche Fibrillenbildung konsolidieren kann. v. Rechlinghausen hingegen hält den Prozeß für eine regressive Veränderung, eine »Chondromalacie« mit Schwund der Kittsubstanz bei erhaltenen Fibrillen.

An jenen Stellen, an denen die Grundsubstanz verkalkt ist, färbt sie sich rein und intensiv blau, bei stärkerer Einwirkung des Farbstoffes fast schwarzblau, was gegen den hellblau-violetten kalklosen Knorpel einen scharfen Kontrast abgibt (Fig. 9 bis 14, 16 bis 18). Die obere Grenze des verkalkten Gebietes, also die Stelle, wo die Kalkapposition erfolgt, ist normaliter stets unscharf, ebenso auch bei manchen leichten Rachitisfällen (21 *A*, 10, 15), in anderen hingegen stellenweise scharf, stellenweise unscharf (9, 11), in sehr schweren Fällen aber linear scharf (18, 20) und im Falle 21 *B* locker- und grobkörnig, wie dies sonst nur die Kalkgrenze im Knochengewebe bei Rachitis zu sein pflegt. Die linear scharfe Kalkgrenze des Knorpels, die sich nie bei normalen Fällen fand, ist, wenn vorhanden, für Rachitis sehr typisch.

In einem Falle (9) sah man, daß sich die Verkalkung in Form drehrunder, fadendünner Fortsätze in den kalklosen Knorpel fortsetzte. Die zwischen den Zellsäulen liegenden Grundsubstanzpfeiler waren in drei leichteren Fällen (10, 13, 15) in der Mitte ihrer Dicke kalklos, sonst aber verkalkt, was auf eine Bevorzugung der Knorpelkapseln bei der Verkalkung hindeutet. Auch unter den normalen Tieren fand sich ein solcher Fall. Beim Tier 21 *B* war jedoch das Gegenteil davon zu sehen, die Verkalkung ließ gerade die Kapseln oft aus. Kassowitz sah in der normalen menschlichen Rippe die Knorpelverkalkung zuerst am Rande der Grundsubstanzpfeiler auftreten. Bei Rachitis sah er die Verkalkung des Knorpels in ganzer Höhe krümelig-streifig. Vielleicht liegt es nur an unserer Entkalkungsmethode, daß wir solche Bilder nicht sahen.

Die Gesamtform der präparatorischen Verkalkungsschicht schwankt bei der Rachitis in hohem Grade und ist namentlich vom Grade der Erkrankung und ihrer Dauer abhängig. In leichten Rachitisfällen ist die Schicht, wie bei den normalen Tieren, ungefähr eine plan-parallele Scheibe (Fig. 10, 11), doch mit der Abweichung, daß die untere Schichtgrenze oft sehr unregelmäßig gestaltet ist, da, im Gegensatz zu den kleinen, gleich großen, in einer Linie vorrückenden Markbuchten der normalen Fälle, bei Rachitis die Markbuchten selbst im gleichen Schnitt große Verschiedenheiten aufweisen. Bei schweren Rachitisfällen aber ist die Gesamtform der Schicht eine andere. Erst bleibt die obere Schichtgrenze noch plan, die untere aber wird konvex (Fig. 12, 15). Später wird die obere Schichtgrenze konkav, die untere noch mehr konvex und die zu einem mächtigen Knorpelmassiv angewachsene Schicht hängt wie ein breiter Schurz in die Rippe hinunter (Fig. 13, 14, 18) und ruht dabei in einer napfförmigen Vertiefung der Spongiosa. Virchow hat das so ausgedrückt: Der gewucherte Knorpel bildet eine zwiebelförmige Auftreibung, einen Bulbus, der vom flach- becherförmigen knöchernen Rippenende umfaßt wird, »wie eine Eichel von der Cupula«.

* * *

Die enchondrale Ossifikation und die primäre Spongiosa. Von der enchondralen Ossifikation war schon im Abschnitt über die präparatorische Verkalkungszone zum Teil die Rede, insoferne der die Ossifikation einleitende vaskuläre Abbau auf die Höhe der Knorpelschicht einen ausschlaggebenden Einfluß ausübt. Wir haben dort gehört, daß der vasculäre Abbau in der calcipriven Phase vollständig fehlt, in den zwei ersten Phasen aber, in denen noch kalkhaltiger Knorpel vorhanden ist, vor sich geht, wobei das histologische Bild in den zwei leichteren Rachitisfällen (21 *A*, 9) wohl dem normalen gleicht, aber trotzdem als verlangsamt anzusehen ist, während in den übrigen Fällen auch schon histologisch diese Verlangsamung, die in den verschiedensten Graden vorliegt, deutlich zu erkennen ist. Es ist also die enchondraie Ossifikation selbst in den Fällen, in denen sie vorliegt, bei Rachitis nicht ganz normal.

Die Veränderungen bestehen in Folgendem. In den normalen Rippen ist es immer so, daß das die Knorpelkapseln aufbrechende Gefäß an seinem obersten Ende keine Endothelwand besitzt und die Blutkörperchen sich frei in die eröffnete Kapsel ergießen. Bei den eben erwähnten Rachitisfällen aber ist nicht nur der Endothelüberzug am Gefäßende erhalten, sondern dieses kann überdies in Bindegewebe eingehüllt sein, das die Kapillare vom Knorpel fernhält: Der morphologische Ausdruck des Stillstandes des vaskulären Abbaues an dieser Stelle. Und solche Stellen finden sich in dem einen Falle neben normalen Bildern nur spärlich, in dem anderen überwiegen sie bei weitem.

In den in der calcipriven Phase stehenden schwersten Fällen, bei denen der Knorpel in seiner ganzen Höhe kalklos ist und unten nicht vasculär abgebaut wird, kann man gelegentlich (Fall 18, 21 *B*) an den verkalkten Randpartien des Knorpels in ganz bescheidenem Umfange doch noch vaskulären Abbau antreffen, ein treffliches Beispiel dafür, daß die vorangehende Knorpelverkalkung eine mechanisch begründete Vorbedingung der enchondralen Ossifikation ist.

Ferner sind bei der normalen Rippe die vom Gefäß in den Knorpel hineingefressenen Markbuchten so breit wie eine Zellsäule, also recht schmal, aber dichtstehene, in einer Linie vorrückend, bloß durch die dünnen, verkalkten Grundsubstanzpfeiler voneinander getrennt. Es kommt das davon her, daß jede Zellsäule von einem Gefäß aufgebrochen wird. Anders bei Rachitis. Von den schon erwähnten Fällen 21 *A* und 9 abgesehen, sind die Markbuchten bald so schmal wie normal, bald so breit wie mehrere Zellsäulen, also sehr breit, bald seicht, bald tief, zwischen zwei Buchten bald der gleiche dünne Grundsubstanzpfeiler wie normal, bald eine sehr breite und hohe Knorpelmasse mit einigen Säulen unverbrauchter Knorpelzellen oder Globuli ossei. Die Buchten können, wenn gerade an dieser Stelle der kalkhaltige Knorpel aufgebraucht ist, seitlich wohl noch vom kalkhaltigen, am blinden Ende aber von kalklosem Knorpel begrenzt sein (Fall 16, 20).

Bei den normalen Rippen sahen wir, daß die Apposition des Knochenanwurfes auf den stehenbleibenden Pfeiler verkalkter Grundsubstanz frühestens in der zweiten, spätestens in der vierten eröffneten Kapsel sich einstellt, von der obersten eröffneten gerechnet. Dies ist auch bei mehreren Rachitisfällen so, bei anderen aber finden sich Abweichungen nach beiden Richtungen und zwar zuweilen sogar im selben Fall. Das heißt, manchmal stellt sich der Knochenanwurf erst in der sechsten bis neunten eröffneten Kapsel ein (10, 11, 12), ein andermal ist er sogar schon in der ersten, also obersten vorhanden, wobei es klar ist, daß an solchen Stellen mit bis ans oberste Ende knöchern vermauerten Buchten das Längenwachstum der Diaphyse vorläufig als völlig stillstehend anzusehen ist (Fall 10, 15, 16). Eine solche Wiedervermauerung der eben erst aus dem Knorpel ausgehobenen Buchten mit Knochengewebe ist der Widerstandsfähigkeit des Knochens offenkundig sehr dienlich, und aus diesem Grunde als funktionell entstanden anzusehen. Wenn aber dieses Knochengewebe kalklos bleibt und so seine Aufgabe nicht ganz erfüllt, so widerspricht das seiner funktionellen Entstehung nicht, denn der funktionelle Reiz greift an den Osteoblasten an, bringt diese zur Bildung von Knochengewebe, das aber infolge der allgemeinen Kalkstörung osteoid bleibt. Schon Kassowitz sah, daß das Osteoid sogar »den obersten Fundus« der Markräume bekleiden kann.

Normaliter ist ferner der Knochenanwurf wegen der dichten Stellung der Balken sehr dünn, nur wenn sie lockerer stehen, etwas dicker und dabei stets so gut verkalkt, daß sich Osteoid fast gar nicht findet. Anders bei Rachitis. Hier ist der Knochenanwurf oft auffallend, selbst sehr beträchtlich dick, und dabei je nach dem Grade der Erkrankung entweder ganz kalklos oder partiell, namentlich nahe dem Knorpeleinschluß und nach unten gegen die große Markhöhle zu kalkhaltig, wobei der dunkelblaue verkalkte Knorpeleinschluß gegen das eosinrote Osteoid sehr scharf absticht (Fig. 11 *O, p Sp*, Fig. 12 *c, p Sp*). Nur in den zwei leichtesten Rachitisfällen 21 *A* und 9 verhält sich der Knochenanwurf normal.

* * *

Die aus der enchondralen Ossifikation resultierende primäre Spongiosa weist große Abweichungen von der Norm auf. In leichteren Rachitisfällen können die Bälkchen so zahlreich, schmal, dicht und parallel gestellt sein und dabei eine deutliche Schicht bilden, wie in den normalen Rippen, in anderen Fällen können sie nur spärlich sein, dabei aber ganz ungewöhnlich dick (Fig. 11 *o*); in den schwersten Fällen aber finden sie sich nur in vereinzelten, oft nicht parallelen, sondern schräg liegenden, gewöhnlich recht niedrigen Exemplaren, so daß von einer eigenen Schicht nicht die Rede sein kann (Fall 1, 17 bis 21 *B*).

Dieser Schwund der primären Spongiosa ist uns schon unter normalen Umständen bei abgeschlossenem Längenwachstum begegnet und hier, wo es sich um Rippen handelt, die infolge schwerer Rachitis ihr Längenwachstum vorzeitig ganz oder fast ganz, wenn auch nicht für immer, verloren haben, finden wir ihn wieder. Ist aber die primäre Spongiosa vorhanden, so geht sie allmählich in die sekundäre über, und zwischen beiden Schichten tritt die Grenze viel weniger scharf hervor (Fig. 10 bis 12), als unter normalen Umständen (Fig. 4).

Die Messung der Schichthöhe ergab, daß die primäre Spongiosa bei Rachitis (Diagramm IV, Tafel IX) mit Ausnahme des im Diagramm zuletzt stehenden Falles 12 nicht höher ist als normal, durchschnittlich sogar niedriger. Wir kommen zu dem Resultate, daß bei der Rachitis in fünf unserer Fälle eine meßbare primäre Spongiosaschicht überhaupt nicht vorlag, in sieben Fällen war sie vorhanden, aber durchschnittlich niedriger als normal, und nur im Falle 12, der eine Spätrachitis ist, war sie zweimal höher als das normale Maximum; es ist dies ein Fall, wo auch die sekundäre Spongiosa, wie wir später hören werden, die bedeutendste Höhe im ganzen Material erreicht hat. Die primäre Spongiosa spielt also quantitativ bei der Rachitis eine untergeordnete Rolle.

Sehr bezeichnend für Rachitis ist auch das Verhalten des Markes im Bereiche der primären Spongiosa. Unter normalen Umständen sind die zwischen den primären Spongiosabälkchen liegenden Markräume so eng, daß außer dem Blutgefäß und den zahlreichen, voll entwickelten Osteoblasten für nichts anderes Platz ist; nur an Stellen, wo die Balken etwas weiter auseinanderstehen, ist auch für einige Markzellen Platz. Anders bei Rachitis. Wohl gibt es in den Markräumen stets Blutgefäße, eines, wenn der Markraum eng ist, mehrere, wenn er groß ist, sie liegen mit Vorliebe im oberen Teile des Markraumes oder zentral in ihm. Osteoblasten sind in leichteren Fällen immer vorhanden, aber oft kleiner als normal, Osteoklasten können sich ebenfalls finden (Fall 20). Zuweilen gibt es auch zelliges Mark.

Mit Ausnahme unserer leichtesten Rachitis (21 *A*) findet sich in jedem Falle Bindegewebe in den Markräumen, was ein durchaus pathologischer Markbestandteil ist. Dieses ist in leichten Fällen spärlich, in etwas vorgeschritteneren aber bildet es den hauptsächlichsten Bestandteil des Markes. Das Bindegewebe ist von jugendlichem Charakter, reich an großen, hellen, ovalen oder spindeligen Zellen, hüllt vielfach die Blutgefäße ringsherum ein und ist manchmal deutlich horizontal geschichtet. Das Prävalieren des Bindegewebes im Mark der primären Spongiosa ist ein Fingerzeig für das stillstehende oder verlangsamte Längenwachstum. Bei normaler enchondraler Ossifikation ist weder Gelegenheit noch Zeit und Raum für das Auftreten von Bindegewebe im Mark der primären Spongiosa gegeben. Die Bedeutung des fibrösen Markes bei Rachitis ist zweifellos eine mechanische. Es wird die Deformier-

barkeit der kalklosen, widerstandsunfähigen Spongiosa durch Ausstattung mit fibrösem Mark verringert. Dafür spricht, daß in den tieferen Schichten der (sekundären) Spongiosa, wo die Balken stets besser verkalkt sind, das fibröse Mark viel geringer ist. Da, wo das fibröse Mark horizontal geschichtet ist, wird es vor allem das Auseinanderweichen der Bälkchen der Quere nach verhindern, also der Verdickung oder Verbreiterung der ganzen Rippe entgegenwirken. Nach Schmorl gehört die rosenkranzförmige Verdickung der Rippe vor allem der Spongiosa an.

* * *

Bevor wir die Besprechung der enchondralen Ossifikation abschließen, müssen wir noch einen Punkt erledigen, die pathologische Vaskularisation des kalklosen Knorpels. Diese findet sich in greifbarem Entwicklungsgrade ausschließlich bei unseren schwersten Rachitisfällen, also nur bei solchen, welche in der calcipriven Phase standen (Fall 16 bis 19, 21 *B*), und selbst unter diesen Fällen ist noch insoferne eine Abstufung bemerkbar, als der Vorgang in stärkster Entwicklung bei den drei Fällen mit exzessiver Knorpelanhäufung vorliegt (Fall 17, 18, 21 *B*), schon viel weniger bei dem Falle 19 mit minder hohem, und am wenigsten im Falle 16 mit dem in dieser Gruppe niedrigsten Knorpelmassiv.

Bei voller Entwicklung des Prozesses hat man folgendes Bild. In das mächtig aufgetürmte, im wesentlichen kalklose Knorpelmassiv der präparatorischen Verkalkungszone dringen hoch hinauf Markgefäße ein (Fig. 13 *d*). Diese betreten den Knorpel stets an der unteren Schichtgrenze (Fig. 14 *f*), im Falle 21 *B* überdies auch noch am lateralen Rande, wo sie Nebenäste großer Gefäße (Fig. 18 *k*) darstellen, die, vom Knochenmark herkommend, zwischen Corticalis und Knorpel liegen und hier mit den periostalen Gefäßen vermittels Anastomosen in Verbindung stehen, die die Corticalis in stark schiefer Richtung durchziehen (Fig. 18 *l*). Die eingedrungenen Gefäße liegen ungefähr parallel zur Rippenachse (Fig. 13 *b*), sind bald kapillar dünn, bald haben sie ein weites Lumen und liegen selten einzeln, meist durch Bindegewebe zu Bündeln zusammengefaßt.

Im Gegensatz zu den Bildern normaler enchondraler Ossifikation dringen die Gefäße nicht elektiv in Zellsäulen vor und brechen nicht elektiv Knorpelkapseln auf, sondern dringen ganz wahllos vor, und handelt es sich um einzelne Kapillaren, so kann man sogar ganz deutlich sehen, daß das Vordringen in der Grundsubstanz zwischen den Zellen erfolgt. Handelt es sich aber um weite Gefäße, die noch überdies in Bündeln zusammen in einem im Knorpel ausgehöhlten Kanal liegen, so ist es bei der immerhin dichten Lagerung der Knorpelzellen klar, daß bei der Entstehung eines so weiten Kanals im Knorpel natürlich außer der Grundsubstanz auch sehr viele Knorpelzellen beseitigt worden sein müssen, aber elektiv in den Zellsäulen dringen die Gefäße eben nicht vor.

Bei der bedeutenden Höhe des Knorpelmassivs und seinem Kalkmangel haben wir es uns als mechanisch widerstandsunfähig, leicht deformierbar vorzustellen, und als Folge dieser abnormen Beweglichkeit findet man manchmal als Ausdruck der Gefäßläsion Blutungen in das die Gefäße umgebende Bindegewebe, in die Knorpelgrundsubstanz und die Kapseln hinein. Auch bei menschlicher Rachitis kommen Extravasate und Blutpigment vor, die Schmorl auf Zerreissung von Knorpelkanälen durch Zerrung zurückführt.

Im weiten Umkreise um die Gefäße verliert der Knorpel seine Basophilie, färbt sich rein rot, seine Grundsubstanz wird faserig und löst sich dann ganz auf, während gleichzeitig die Knorpelzellen die Färbbarkeit des Kerns und Protoplasmas verlieren. Auf diese Weise schmilzt der Knorpel in allen seinen Teilen ein, wodurch der Knorpelkanal an Breite wächst. Es folgt darauf die Auskleidung des Knorpelkanales mit Osteoid, ohne daß man einen Osteoblastensaum wahrnehmen würde. Während unter normalen Umständen die Grenze zwischen Knochen und Knorpel globulär ist, das heißt konvexe Globuli ossei in die konkaven Reste der Kapseln eingepaßt sind, ist hier diese Grenze bald geradlinig, wenn die Auflösung des Knorpels gerade in der Grundsubstanz Halt gemacht hat, konkavbuchtig, wenn sie gerade an der Außenfläche der Kapseln zum Stillstande gekommen ist, und konvexbuchtig, wenn das

letzte, was der Auflösung verfallen ist, gerade Knorpelzellen waren, deren Kapseln partiell stehen gebileben sind. Da aber sowohl der Knorpel, als auch das aufgelagerte Knochengewebe kalklos ist, tritt die Grenze zwischen beiden manchmal nicht sehr scharf hervor und es kann selbst schwer fallen, zwischen einem osteoiden Globulus und einer Knorpelzelle zu unterscheiden.

Nicht immer ist das eben geschilderte volle Bild vorhanden. Im Falle 19 zum Beispiel ist die untere zu Sinterknorpel gewordene Schicht (Fig. 15 *e*) von vielen weiten Gefäßen durchzogen (*f*), welche in die obere, nicht kollabierte Knorpelschicht nur vereinzelt und auf kurze Strecken vorgedrungen sind (*d*), während es zur Auskleidung der Kanäle mit Osteoid noch nirgends gekommen ist. Im Falle 21 *B* ist derzeit von der Knorpelauflösung in der Umgebung der Kanäle nichts zu sehen und die osteoide Auskleidung ist nur im Anfangteile der Kanäle vorhanden. Im Falle 16 ist, obwohl die Gefäße erst vereinzelt und auf kurze Strecken in den kalklosen Knorpel eingedrungen sind, der Verlust der Basophilie und die Auflösung des Knorpels bereits zu sehen, aber die osteoide Auskleidung fehlt noch ganz.

Wenn wir die normale enchondrale Ossifikation mit der eben geschilderten pathologischen Knorpelvaskularisation vergleichen, so ergeben sich folgende Unterschiede: Normaliter dringen die Markgefäße auf eine kurze Strecke, dicht nebeneinander, entlang der ihnen durch die Zellsäulen vorgezeichneten Bahn, alle ungefähr gleich hoch in den Knorpel vor, zwischen sich bloß jene sehr schmalen verkalkten Grundsubstanzsepta stehen lassend, die die Grundlage für die primären Spongiosabälkchen abgeben. Daß der Abbau elektiv entlang der Zellsäulen und nicht in der Grundsubstanz erfolgt, hat darin seinen statischen Grund, daß die Grundsubstanz als der tragfähige Gewebsbestandteil möglichst geschont werden muß. Trotz dieser schmalen, stehenbleibenden Septa kann man die Knorpelschicht, in die die Gefäße eingedrungen sind, als eigentlich abgebaut bezeichnen, so dicht ist sie von den vaskulären Bohrkanälen durchsetzt.

Anders bei der pathologischen Vaskularisation. Hier dringen die Gefäße nicht in einer geschlossenen Schicht vor, halten sich nicht an die von den Zellsäulen vorgeschriebenen Bahnen, sondern dringen wie erwähnt, mit Vorliebe in der Grundsubstanz vor, wiewohl auf ihrem Wege auch viele Knorpelzellen zugrunde gehen. Da die Grundsubstanz kalklos, also zum Tragen wenig befähigt ist, so merkt man auch nichts davon, daß sie beim Knorpelabbau möglichst unberührt bleibt. Die oft mehrere Gefäße enthaltenden sehr weiten Kanäle sind viel spärlicher, liegen weiter auseinander als normal, so daß zwischen ihnen nicht schmale Grundsubstanzsepta, sondern breite Massen von Knorpelgewebe liegen.

Der Endeffekt ist der, daß der Knorpel nicht Schicht für Schicht abgebaut, sondern von weit auseinander liegenden Bohrkanälen durchzogen wird, die selbst eine osteoide Auskleidung erhalten, während die Schicht das bleibt, was sie war, ein hohes Massiv aus Knorpelgewebe. Nur im Schnittbild, wenn zwei nebeneinander liegende Bohrkanäle im Längsschnitt getroffen sind, hat es bloß den Anschein, als ob es sich um einen primären Spongiosabalken handeln würde mit beiderseitigem osteoidem Anwurf und zentralem Einschluß eines breiten, zellenführenden, kalklosen Knorpelstückes. Bei der normalen enchondralen Ossifikation ist aufs klarste der Plan erkennbar, ohne Gefährdung der Knochenkontinuität den Knorpel wegzuschaffen und ihn in Knochen überzuführen; bei der pathologischen Knorpelvaskularisation ist davon eigentlich nicht die Rede.

In sehr treffender Weise charakterisiert schon v. Ritter die pathologische Knorpelvaskularisation bei Rachitis indem er sagt, daß es statt massenhafter Knorpelabtragung bloß zur Kanalisierung komme mit dazwischen erhaltenem Knorpel.

Bei seinen rachitischen Ratten schildert Morpurgo die pathologische Knorpelvaskularisation wie folgt: Der Knorpel wird vom gefäßreichen zellig-faserigen Gewebe durchwuchert, das mit dem Periost und dem Mark zusammenhängt. Osteoidstreifen zerteilen den Knorpel, Inseln desselben einschließend. Dabei zerstören einzelne Gefäße nicht einzelne Zellsäulen, sondern ganze Gefäßbüschel graben in den Knorpel tiefe Buchten.

* * *

Die völlige Umwandlung der normalen enchondralen Ossifikation zum rachitischen Typus der pathologischen Knorpelvaskularisation kann in ihrer Bedeutung nur von mechanisch-statischen Gesichtspunkten aus richtig verstanden werden. Unter normalen Umständen folgt bei der Ratte auf die Knorpelwucherungszone die präparatorische Verkalkungszone mit Dazwischenschaltung einer quantitativ ganz bedeutungslosen Knorpelschicht, in der die Zellen auf dem Wege der Vergrößerung und die Grundsubstanzsepta auf dem der Reduktion sind. Überall da aber, wo die Zellen schon die maximale Größe und die Grundsubstanz die stärkste Reduktion erreicht haben, ist der dadurch erzeugten Festigkeitsabnahme durch die Verkalkung der Grundsubstanz begegnet. Das ist eben die präparatorische Verkalkungszone. Unter solchen Umständen kann ohne Gefährdung der Knochenkontinuität die normale enchondrale Ossifikation vor sich gehen, die in der Weise eingeleitet wird, daß der kalkhaltige Knorpel Schicht für Schicht vaskulär abgebaut wird, wobei ein sehr namhafter Teil des Knorpels verloren geht.

Beim Menschen, bei dem schon normaliter zwischen der präparatorischen Verkalkungsschicht und dem als Proliferationsschicht bezeichneten Teil der Knorpelwucherungszone, noch die ansehnliche kalklose Säulenzone mit großen Zellen und reduzierter Grundsubstanz eingeschoben ist, genügt noch das Umgriffensein der kalklosen Knorpelschicht durch das obere Corticalisende und das gelegentlich vorkommende Aufsteigen der Verkalkung in den marginalen Knorpelpartien, um die normale Festigkeit zu sichern.

Bei der Rachitis jedoch steht die Ossifikationszone unter völlig veränderten statischen Verhältnissen und es ist klar, daß die Mittel und Wege, die zur Sicherung der Festigkeit eingeschlagen werden, auch andere sein müssen als normal. Einen Teil dieser Vorgänge haben wir bereits kennen gelernt.

Hier ist vor allem die für Rachitis typische, anfänglich partielle, später völlige Hemmung des normalen vaskulären Abbaues zu nennen. Dadurch wird der völlige Aufbrauch der statisch wichtigen noch kalkhaltigen präparatorischen Verkalkungszone möglichst hinausgeschoben und die beim Fortgang einer normalen enchondralen Ossifikation im völlig kalklosen Knorpel mit Sicherheit zu erwartende Epiphysenlösung verhindert.

Weiterhin ist hier die rachitische Hemmung des Knorpelanbaues zu erwähnen. Da diese Hemmung nicht absolut ist, wie es am zweckmäßigsten wäre, so steht die Knorpelproduktion nicht ganz still, sondern ist bloß verlangsamt, wodurch die vom statischen Gesichtspunkt höchst unzweckmäßige Anhäufung kalklos bleibenden Knorpels wenigstens eingeschränkt, wenn auch nicht ganz verhindert wird.

So kommt es, daß mit der Zeit der kalklose, großzellige und noch dazu an Grundsubstanz verarmte Knorpel sich zu einer mächtigen Masse anhäuft, die den an den Knochen herantretenden statischen Aufgaben in keiner Weise gewachsen ist. Dieses Knorpelmassiv zu einem statisch brauchbaren Bestandteil des gesamten Knochens zu machen ist jene neue Aufgabe, vor die das rachitische Skelett gestellt ist. Die Lösung dieser Aufgabe wird von verschiedenen Seiten in Angriff genommen und es ist höchst interessant zu verfolgen, wie alle die im folgenden zu schildernden mannigfaltigen »Bemühungen« an dem für das Grundleiden so charakteristischem Mangel des Kalkes, also des wichtigsten Baumaterials, immer wieder scheitern müssen. Es ist dem Organismus eben kein anderes Mittel gegeben, mechanische Festigkeit zu erzielen, als eben die Verwendung von Kalksalzen.

Zunächst wird das Knorpelmassiv vom oberen Corticalisende umgriffen, welches normaliter nur sehr wenig über das Niveau der primitiven Markräume hinausragt, bei Rachitis aber so hoch hinaufreicht, daß es zur Aufnahme des Knorpelmassivs eine napfförmige Vertiefung schafft (Fig. 12 bis 15, 18). Die Zweckmäßigkeit dieses Mittels leuchtet ein, wenn man bedenkt, daß dadurch schon beim einfachen Druck das seitliche Ausgebauchtwerden des Knorpels verhindert und damit seine Druckfestigkeit erhöht wird. Von welcher Bedeutung aber die Randzone eines Körpers bei der Beanspruchung auf Biegungs- und Strebfestigkeit ist, wurde schon oben einmal ausführlich geschildert. Die Wirkung dieses an und für sich also sehr zweckmäßigen Mittels wird jedoch dadurch zum Teil vereitelt, daß das obere Corticalisende nicht verkalkt (Fig. 14, 15, 18) und infolge der auch hier, wie wir später hören werden, wirksamen rachitischen Wachstumshemmung das Knorpelmassiv nur unvollkommen umgreift (Fig. 13, 18).

Offenkundig bedeutet es ein Betreten des gleichen Weges, nur mit anderen Mitteln, wenn die marginalen Knorpelpartien selbst im Vergleich mit dem übrigen Knorpelmassiv in bevorzugter Weise mit Kalk imprägniert werden (Fig. 12 bis 14, 16, 18), worüber aber ebenfalls schon ausführlich berichtet ist. Daß aber auch dieses Mittel infolge der bestehenden Kalkstörung nicht zur vollen Wirksamkeit gelangen kann, ersehen wir zum Beispiel aus den Fig. 13, 14, 18, wo diese Verkalkung nur fragmentweise auftaucht und aus Fig. 15, wo sie sogar völlig fehlt.

Die pathologische Vaskularisation des Knorpels bedeutet ein weiteres Mittel, um das kalklose Knorpelmassiv mechanisch verwendbar zu machen, aber dieses Mittel kommt nicht am Rande, sondern im Innern des Knorpels zur Anwendung. Es besteht im Folgenden: Ins Knorpelmassiv bohren von unten her hoch hinauf Blutgefäße Kanäle ein, die dann innen sekundär mit Knochengewebe ausgekleidet werden. Dabei bleibt aber das Knorpelmassiv als solches erhalten. Es ist offenkundig von Vorteil, dabei von der subchondralen Spongiosa, also vom Ende der knöchernen Diaphyse kontinuierliche knöcherne Fortsätze als Auskleidung von Kanälen von Stelle zu Stelle in den Knorpel eintreten und dadurch die Knochenknorpelgrenze besonders stark zackig zu machen. Es greifen dann nach Virchow das Knochen- und Knorpelgewebe zackenförmig ineinander, wie wenn man die Finger beider Hände ineinander schiebt Dadurch wird erzielt, daß der Knorpel umso inniger an den Knochen verankert wird.

Ähnliches sehen wir schon unter normalen Verhältnissen bei der Epi- und Diaphyse, die sich nach Roux im groben nur gemeinsam bewegen, weshalb zur Verhinderung von Epiphysenlösungen »ein zackenförmiges Ineinandergreifen beider Teile geradezu gezüchtet werden« mußte. Bei Gebhardt finden sich einige interessante Bemerkungen über die den jeweiligen mechanischen Verhältnissen besonders angepaßte, bald radiär geriffte, bald unregelmäßig hügelige Skulptur der Epiphysenflächen und er gibt am Pferdefemur, bei dem eine einseitige Beanspruchung auf Querabscherung besteht, ein schönes Beispiel für die Anpassung dieser Epiphysenflächenskulptur, die hier einen schroff abfallenden Sägezahnkontur darstellt.

Es wird also offenbar auch bei Rachitis von Vorteil für die Festigkeit sein, wenn durch diese zackige Gestaltung der Knochenknorpelgrenze ermöglicht wird, daß sich das widerstandsunfähige Knorpelmassiv »nur gemeinsam« mit der knöchernen Diaphyse bewege. Eine Einrichtung von ähnlicher Bedeutung ist das von Kassowitz bei Rachitis beschriebene Emporsteigen der präparatorischen Knorpelverkalkung hoch hinauf entlang den absteigenden Knorpelkanälen. Leider muß nach Wieland vermutet werden, daß manches von Kassowitz als Rachitis beschriebene eigentlich Osteochondritis luetica war, für die ja in der Tat die zackige Beschaffenheit der Kalklinie so typisch ist. Bei Osteochondritis luetica besteht übrigens ebenfalls, wenn auch aus ganz anderen Gründen, die Gefahr der Epiphysenlösung, und umso interessanter ist es, daß es auch hier wieder, offenbar aus denselben statischen Gründen, zur zackigen Gestaltung der Ossifikationsgrenze kommt.

Ist schon so durch den pathologischen, spezifisch rachitischen Typus der Knorpelvaskularisation eine innigere Vereinigung zwischen Knochen und Knorpel erzielt, so wird weiterhin auch das ganze Gefüge des Knorpelmassivs eine innere Festigung erfahren, eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen Druck, Schub und Biegung, wenn es an mehreren Stellen ungefähr parallel zur Knochenaxe bis hoch hinauf von knochenausgekleideten Kanälen durchzogen wird. So sehen wir also, wie die Vaskularisation ähnlich wie die Knorpelverkalkung aus dem Grunde bei Rachitis nach ganz anderen Regeln vor sich geht als normal, weil sie auch vor eine ganz veränderte mechanische Aufgabe gestellt ist.

So erscheint uns denn der rachitische Typus der Knorpelvaskularisation vom mechanischen Standpunkte als eine sehr zweckmäßige Einrichtung, die die abnorme Beweglichkeit des Knorpels verhindern soll. Wenn aber diese ihren Zweck trotzdem nicht erreicht, so trägt allein der Umstand die Schuld daran, daß jenes die Gefäßkanäle innen auskleidende Knochengewebe infolge der Kalkstörung kalklos bleibt. Da aber, wie Schmorl richtig betont, das Osteoid gegen mechanische Einwirkungen weniger widerstandsfähig ist, als Knorpel, so kehrt sich die ganze, von offenbar richtigen mechanischen Prinzipien geleitete Einrichtung sogar in einen Nachteil um.

Es ist ein schönes Beispiel dafür, wie die von uns als »zweckmäßig« bezeichneten Vorgänge im Organismus völlig automatisch ausgelöst werden. Sonst müßte gerade bei Rachitis eine solche reparatorische Aktion (und das ist die pathologische Vaskularisation) unterbleiben. Ist doch der Zweck dieser Aktion einen durch mangelhafte Verkalkung angerichteten Schaden gutzumachen. Und trotzdem die Rachitis fortdauert, kommt eine reparatorische Aktion zur Anwendung, deren Wirksamkeit eine rasche Verkalkung des dabei erzeugten Knochengewebes zur Voraussetzung hat. Es ist wie die Betätigung eines irregeleiteten Instinktes. Das tief in den Knorpel sich einbohrende Gefäß weiß es, wenn man so sagen darf, eben nicht, daß das im nächsten Akt neugebildete Knochengewebe nicht wird verkalken können und daß darum seine ganze Arbeit zwecklos sei. Ein vernunftbegabtes Wesen würde nicht bei Rachitis ein reparatorisches Mittel in Anwendung bringen, das mit rascher Knochenverkalkung rechnet.

* * *

Wir gehen über zur Besprechung der Literatur über die bei menschlicher Rachitis bekannt gewordene pathologische Vaskularisation. Diese gestaltet sich beim Menschen komplizierter als bei der Ratte, u. zw. weil beim Menschen die Knorpelvaskularisation sowohl vom Knochenmark aus als auch vom Perichondrium aus vor sich geht, bei der Ratte aber nur ersteres in Betracht kommt. Wie bereits an entsprechender Stelle betont, besitzt die Rattenrippe schon normaliter keine Knorpelkanäle und zwar wohl deshalb, weil bei einem so kleinen Objekte, wie es die Rattenrippe ist, nach Kassowitz's ganz richtiger Bemerkung die Masse des Knorpels, absolut genommen, so gering ist, daß er auch ohne eindringende Gefäße direkt vom Perichondrium aus ernährt werden kann. Wenn wir zuweilen bei der rachitischen Ratte die die pathologisch große Knorpelmasse durchziehenden und ausschließlich vom Knochenmark stammenden Gefäße durch die Corticalis durch mit periostalen Gefäßen kommunizieren sahen, so kann man, wie aus der folgenden Schilderung hervorgehen wird, doch nicht von Knorpelkanälen, wie sie beim Menschen vorkommen, sprechen, auch fehlte der für die Knorpelkanäle typische etagenförmige Aufbau bei der Ratte vollständig. Höchstens könnte bei dem gesteigerten Bedürfnisse des pathologisch groß gewordenen Knorpelmassivs nach besserer Gefäßversorgung daran gedacht werden, daß die genannten Kommunikationen durch Eröffnung neuer Gefäßbahnen diesem Bedürfnisse entsprechen.

Nach M. B. Schmidt wurden die Knorpelkanäle des normalen Skeletts zuerst von Langer (1872) beschrieben. Dann hat sich mit ihnen unter normalen Verhältnissen und bei Rachitis vor allem Kassowitz befaßt und als erster gefunden, daß die pathologische Knorpelvaskularisation bei Rachitis eigentlich nicht, wie man bis dahin glaubte, von den Knochenmarksgefäßen, sondern von den Knorpelmarkkanälen ausgehe, denn die das Knorpelmassiv durchziehenden Gefäße kommen zum Teil von oben, also vom ruhenden Knorpel her, zum Teil von den Seiten, also aus dem Perichondrium, von wo aus sie in verschiedener Höhe und querer Richtung in den Knorpel vordringen, sich daselbst verzweigen und ein engmaschiges Netz bilden, das mit den Knochenmarksgefäßen kommuniziert.

Noch tiefer erfaßt wurde die Bedeutung der Knochenmarkkanäle bei Rachitis in neuester Zeit, und zwar gleichzeitig von M. B. Schmidt und Schmorl. Darnach sind die im rachitischen Knorpelmassiv etagenförmig übereinander liegenden vom Perichondrium her kommenden Knorpelgefäße dieselben, die in den Knorpel auch dann eingedrungen wären, wenn keine Rachitis zur Ausbildung gekommen wäre. Weil aber der Knorpel angebaut, aber nicht abgebaut wird, so bleiben in ihm auch die vielen übereinander geschichteten Gefäßetagen erhalten. Normalerweise gibt es aber stets nur eine Etage, denn mit dem Knorpelabbau von unten gehen die älteren Etagen verloren. Die Schilderung des objektiven Befundes der Knorpelmarkkanäle bei Rachitis, wie sie bei M. B. Schmidt und Schmorl sich findet, stimmt im allgemeinen mit dem von Kassowitz entworfenen Bilde überein.

Außer der Vaskularisation durch die Knorpelmarkkanäle gibt es bei der menschlichen Rachitis auch noch eine solche vom Knochenmark aus, wie sie eben in den Rahmen der enchondralen Ossifikation fällt. Darüber findet man Angaben bei Virchow, Kassowitz und Pommer. Danach treten an Stellen, wo die

Kalkschicht unterbrochen ist, zahlreiche Knochenmarksgefäße in den kalklosen Knorpel ein, und zwar den anderen voraneilend und aus der Reihe tretend und zwar in verschiedenster Richtung ohne Rücksicht auf Zellsäulen, gleichzeitig oft mehrere Zellsäulen zerstörend. Das Bild macht den Eindruck einer starken, pathologisch gesteigerten Vaskularisation und dieser Umstand hat eigentlich hauptsächlich die Schuld, daß die richtige Erkenntnis, bei der Rachitis sei der vaskuläre Knorpelabbau pathologisch gehemmt, erst der neuesten Zeit angehört.

Schmorl faßt das Eindringen der in ganz pathologischer Weise büschelig sich verzweigenden Gefäße in den kalklosen Knorpel so auf, daß der Abbau des Knorpels da, wo er kalkhaltig ist, deshalb verzögert ist, weil das Blut in die weiten Gefäße des kalklosen Knorpels abgelenkt wird. Dabei wird die Knochenknorpelgrenze zackig und Knorpelzungen schieben sich ins Mark vor. Später berichtet Schmorl, daß nur in beginnenden Fällen die in den Knorpel vorgedrungenen Gefäße vom Knochenmark stammen und da sie nur etwas verlängert sind, so überschreiten sie selbst in vorgeschrittenen Fällen die unterste Gefäßetage nicht, während der Hauptanteil der pathologischen Knorpelvaskularisation den Knorpelmarkkanälen zufällt. Auch M. B. Schmidt ist der Meinung, daß die vom Knochenmark stammenden Gefäße bei der pathologischen Knorpelvaskularisation nur eine geringe Rolle spielen und widerspricht damit Pommer, nach dem die Knorpelmarkkanäle wieder in zweiter Linie stehen. Zweifellos haben diese Meinungsverschiedenheiten darin ihren Grund, daß Pommer mehr beginnende, M. B. Schmidt mehr vorgeschrittene Fälle vorschwebten.

Was nun die Unterscheidung beider Arten von Knorpelvaskularisation betrifft, wenn sie beide nebeneinander vorkommen, so bestehen, wie das schon Kassowitz selbst erwähnt, gewisse Schwierigkeiten, die auch die späteren Autoren erwähnen. M. B. Schmidt und Schmorl betonen, daß die Knorpelmarkkanäle und ihre Äste nicht in den Zellsäulen, sondern in der Grundsubstanz wachsen. Wie bei der Rattenrachitis aber zu sehen ist, können auch vom Knochenmark herstammende Gefäße in der Grundsubstanz statt in den Zellsäulen vordringen.

Von den in der Umgebung der eingedrungenen Gefäße bei der Rattenrachitis so gut verfolgbaren regressiven Veränderungen des Knorpels spricht schon Virchow, der vor dem Einwachsen des Gefäßes eine schleimige Umwandlung der Knorpelzellen sah. Auch Schmorl beobachtete, daß zwischen den Gefäßen nicht selten die Knorpelzellen hydropisch degenerieren. Genau beschrieb den Vorgang v. Recklinghausen, er spricht von Chondromalasie, bei der die Grundsubstanz zuerst durch Verlust der Kittsubstanz fibrillär wird, worauf die Knorpelkapseln und zuletzt die Knorpelzellen ihre Färbbarkeit verlieren.

Divergent sind die Meinungen über die Art der Herkunft des Osteoids in den Gefäßkanälen des Knorpels. Kölliker, Virchow, Kassowitz, v. Recklinghausen und M. B. Schmidt sprechen sich mit Bestimmtheit dahin aus, daß bei Rachitis der kalklose Knochen sich metaplastisch in Osteoid umwandle. Der letztere Autor ist sogar der Meinung, daß sich auf diesem Wege das ganze Knorpelmassiv in Osteoid umwandle, woraus dann die kompakte, bloß von Gefäßen durchzogene, spongioide Schicht resultiert, die somit nicht unter, sondern im Knorpel entsteht. v. Recklinghausen, der das durch Metaplasie aus Knorpel hervorgegangene Osteoid »Chondrosteoid« nennt, meint, daß dieses nur eine geringe Rolle spiele. Schmorl, der in schweren Fällen wie M. B. Schmidt allen Knorpel durch geflechtartiges Osteoid ersetzt findet, hält die Metaplasie von Knorpel zu Knochen für noch nicht bewiesen und läßt das Osteoid von dem die Knorpelgefäße begleitenden Bindegewebe abstammen. Auf Grund unserer Rattenrachitis schließen wir uns Schmorl insofern an, als auch wir die in Rede stehende Metaplasie für nicht bewiesen halten. Was aber jenes äußerst dichte Osteoid betrifft, das als Spongoid bezeichnet wird so haben wir es bei der Rattenrachitis auch sehr oft gesehen (Fig. 13 *Sp*, 14 II, 15 *s Sp*), aber niemals uns davon überzeugen können, daß es im Knorpelmassiv entstanden ist, sondern vielmehr unter demselben, so daß wir es als pathologisch verdichtete Spongiosa ansehen und erst unten bei dieser beschreiben.

* * *

Sekundäre Spongiosa. Diese Schicht ist, wie bei den normalen Rippen, so auch hier bei den rachitischen, durchschnittlich die höchste von allen (Diagramm V, Taf. IX). Im Diagramm V bewegt sich die Höhe bei den voranstehenden Fällen 14 bis 10 in normalen Grenzen, bei den restlichen überschreitet sie das normale Maximum zum Teil sehr bedeutend. Das Anwachsen der sekundären Spongiosa zu pathologischer Höhe kann so zustande kommen, daß der Anbau gesteigert, oder der Abbau verringert, oder daß beides zugleich der Fall ist. Das nähere des Vorganges kann sich auf zwei verschiedene Weisen abspielen. Entweder wird die Spongiosa, wie gewöhnlich, von oben angebaut, aber im Gegensatz zur Norm von unten nicht abgebaut. Das wäre ein Anwachsen der Schichthöhe durch Anstauung. Neben dieser Möglichkeit muß aber zweifellos auch noch eine andere bestehen, und zwar die, daß die Spongiosa dadurch an Höhe zunimmt, daß sie in vollkommen pathologischer Weise an ihrer unteren Grenze Knochen ausätzt und so gegen die große Markhöhle vorrückt. Das Inbetrachtziehen dieser Möglichkeit hat den Vorzug, daß auf diesem Wege die Höhe der Spongiosa selbst dann zunehmen kann, wenn im Knochen die enchondrale Ossifikation ganz oder fast ganz stille steht, also auch für das Anwachsen der Spongiosahöhe an ihrer oberen Grenze keine Möglichkeit besteht. Diese Möglichkeit wird namentlich für schwere und langdauernde Rachitisfälle zutreffen, bei denen trotz des Stillstandes der enchondralen Ossifikation die Spongiosahöhe sehr bedeutend werden kann. Ein solches Anwachsen der Spongiosa von unten her ist überdies durch v. Recklinghausen bei der menschlichen Rachitis direkt nachgewiesen, bei der das, auch in seiner Struktur typische »Spongioid« sogar an der Endostfläche der Corticalis, also an einer Stelle, wo normaliter Abbau stattzufinden pflegt, nachgewiesen werden konnte. Daß aber bei der infolge Kalkarmut herabgesetzten Festigkeit überhaupt die Tendenz zur Vermehrung der Spongiosa besteht, erscheint ganz natürlich.

Die so verschiedene Schichthöhe ist zum Teil vom Grade der Rachitis abhängig, denn alle unsere höchstgradigen Rachitisfälle (17 bis 21 *B*) stehen im Diagramm in der zweiten Hälfte. Daß nicht allein der Grad der Rachitis für die Höhe der Spongiosa maßgebend ist, kann man daraus ersehen, daß die Fälle 11 bis 13, die noch zu den leichteren Erkrankungen zählen, auch eine pathologisch hohe sekundäre Spongiosa aufweisen, während Fall 16 mit viel schwereren Veränderungen die normale Schichthöhe nicht überschreitet. Außer dem Grade der Erkrankung wird also noch ein zweiter Faktor auf die Höhe der sekundären Spongiosa einen Einfluß haben müssen und zwar die Dauer der Erkrankung. In der Tat gehören die im Diagramm zuletzt stehenden zwei Fälle mit der größten Schichthöhe nicht zu den höchstgradigen Rachitisfällen und es erscheint begreiflich, daß zum Aufbau einer so exzessiv hohen Schicht auch viel Zeit gehört.

Bei den normalen Rippen schwankt die durchschnittliche Schichthöhe zwischen 318 und 990 μ, sie war also im Falle 5 dreimal so hoch wie im Falle 6. Bei der Rachitis ist diese Variabilitätsbreite viel bedeutender, denn die Schicht ist im Falle 14 blos 324 μ, im Falle 12 aber 3366 μ hoch, also mehr als zehnmal höher. Diese viel bedeutendere Variationsbreite kann weiter nicht wundernehmen, wenn zwei so inkonstante Faktoren, wie der Grad und die Dauer der Rachitis auf sie von Einfluß sind. Bei seiner Impfrachitis der Ratte sah schon Morpurgo subchondral eine hohe Schicht dicker Osteoidbalken, mit jungem, gefäßreichen Bindegewebe zwischen ihnen.

Die die Höhe der sekundären Spongiosa charakterisierenden Zahlen und Diagramme geben uns aber noch lange kein volles Bild von dem großen Unterschied zwischen den normalen und Rachitisfällen. Ein Vergleich der sekundären Spongiosa in Fig. 7 und 12 kann uns darüber belehren. Im normalen Falle 7 (Fig. 7) wird die Schichthöhe mit 572, im Rachitisfalle 16 (Fig. 12) mit 584 μ angegeben, also sind beide ungefähr gleich hoch. Wie groß ist trotzdem der Unterschied. In der normalen Rippe sind die Bälkchen so spärlich (Fig. 7 *s Sp*), daß man einen Schnitt mit einem solchen oft suchen muß, und wenn wir sagen, die sekundäre Spongiosa ist 572 μ hoch, so heißt das nur, in einem so hohen Gebiete finden sich gelegentlich Bälkchen, die aber keine wirkliche Schicht bilden. Bei Rachitis aber ist die ganze angegebene Höhe von 584 μ aufs dichteste von Bälkchen erfüllt (Fig. 12 *s Sp*), die eine sehr ausgeprägte Schicht formieren und so ist es wenigstens in den meisten Fällen.

Wir finden also bei Rachitis gegen die Norm stets eine Vermehrung der sekundären Spongiosabälkchen, mit der einen Ausnahme des Falles 21 *B*, von dem wir aber wissen, daß er eine junge nicht viel über 3 Monate alte Rachitis darstellt, und daß er in Marasmus zugrunde gegangen ist. Aber die Rachitisfälle untereinander zeigen die größten Verschiedenheiten. Unter den ganz leichten Fällen gibt es solche (Fig. 9, 17), bei denen die Bälkchen erst mäßig vermehrt sind, was nicht soviel im Einzelschnitt hervortritt, sondern mehr darin zum Ausdruck kommt, daß im Gegensatz zur Norm in jedem Schnitt einige Bälkchen vorzufinden sind. Und von diesen Fällen gibt es alle Übergänge zu solchen mit stärkerer (Fig. 11), schon recht erheblicher (Fig. 12, 15) bis zu maximaler Vermehrung der Balken (Fig. 13, 14, 16).

Mit der Zunahme der Zahl der Knochenbalken geht meist auch eine Dickenzunahme derselben einher. So sehen wir zum Teil in den leichten Fällen noch ganz schmale Balken (Fig. 17), wenn auch schon oft dicker als normal (Fig. 9, 11); bei den schweren Fällen sind sie schon dicker (Fig. 10, 12) und bei den schwersten (Fig. 13 bis 16) ganz besonders dick. Oft ist aufs deutlichste wahrzunehmen, daß die Balkendicke gegen die große Markhöhle zu wächst (Fig. 10, 12, 13, 14).

Während normaliter die Knochenbalken infolge ihrer geringen Zahl und Dicke in weiten Abständen voneinander liegen, sieht man das bei Rachitis nur in den leichten Fällen (Fig. 9, 17); in etwas schwereren und gar in den schwersten Fällen liegen aber die Balken sehr dicht (Fig. 10 bis 16), ja sogar so dicht, daß man zuweilen kaum mehr von einer Spongiosa, eher von einer Compacta reden kann (Fig. 15 *s Sp*), Fig. 14 *k, l*). Hiebei ist wieder öfters zu bemerken, daß die Lagerung der Balken gegen die große Markhöhle zu lockerer wird (Fig. 10, 13, 14).

Bei menschlicher Rachitis hat schon Guérin (1847) die subchondral liegende, sehr dicht gebaute, aber infolge des Kalkmangels schwammig weiche Knochenschicht beschrieben und sie »Spongoid« benannt. Bei der ähnlich dichten und kalklosen »Strontiumschicht« spricht Oehme von Osteosklerose und v. Recklinghausen von »Sklerosteoid«, dessen Charakteristik am ehesten für die in unserer Fig. 14 mit II bezeichnete Stelle passen würde.

Damit geht auch das Verhalten der Größe der Markräume Hand in Hand; sie sind in den leichten Fällen breiter als die Knochenbalken (Fig. 9, 17), in den schweren Fällen viel enger (Fig. 11 bis 16), aber nach der großen Markhöhle zu oft wieder weiter werdend (Fig. 10, 13, 14), und an den Stellen maximaler Balkendichtigkeit sind sie sogar auf ganz enge Gefäßkanäle reduziert (Fig. 15 *s Sp*, 14 *k, l*).

Das Mark ist in den leichten Fällen (21 *a*, 9 bis 13), zellig (Fig. 9 *d*, 17), dabei aber die Markräume oder besser die Knochenbalken oft von Bindegewebshüllen eingesäumt (Fall 9, 12, 13), wie sie sich auch in schweren Fällen (18, 20) finden, und am kräftigsten entwickelt im Falle 20 (Fig. 16 *c*) vorliegen. In schweren Fällen aber sind die Markräume, namentlich wenn sie eng sind, entweder ganz mit gefäßführendem Bindegewebe erfüllt, oder sie enthalten außerdem noch zentral ein kleines Häufchen zelligen Markes (Fall 14, 15, 16, 20). Im fibrösen Mark finden sich zuweilen recht viele basophil granulierte Zellen, die eine vorwiegend perivaskuläre Lage verraten (Fall 14 bis 16). Ist aber bei maximaler Balkendichte der Markraum auf einen Gefäßkanal reduziert, so finden in ihm außer dem Gefäß nur noch etwas Bindegewebe, wenige kümmerliche Osteoblasten und nur selten etliche Lymphocyten Platz. Das Mark der sekundären Spongiosa bietet somit bei der Rachitis manche Verschiedenheiten dar, während es normal immer einfach zellig war.

Die fibröse Umwandlung des zelligen Markes in der Spongiosa, die schon Pommer genau beschrieb, faßte Ziegler als die Ursache der Rachitis auf, denn sie sei schon bei beginnenden Fällen inform fibröser Endostwucherung nachweisbar. Dieser Auffassung widersprechen neuestens M. B. Schmidt, Schmorl und Oehne, die das Gerüstmark bei beginnenden Fällen vermissen und es als die Folge mechanisch-irritativer Einwirkungen, etwa Verbiegungen und Infraktionen der kalkarmen Bälkchen ansehen. Daß das Gerüstmark bei Osteomalacie gerade an den Stellen stärkster Belastung vorkommt, hat v. Recklinghausen betont. Doch bezweifelt es M. B. Schmidt, daß die fibröse Endostwucherung eine mechanische Verstärkung des Knochens bedeute.

Das die Bälkchen aufbauende Knochengewebe ist auch bei der Rachitis von reifem Typus, oft mit Kittlinien versehen. Sehr bemerkenswert war es, daß im Falle 19 die Knochenzellen häufig gruppenweise nekrotisch waren. Diese Nekrose kann nur in Quetschung der Zellen ihren Grund haben, was gerade in diesem Falle bei der Widerstandsunfähigkeit dieser fast ganz kalklosen und sehr hohen Schicht (Fig. 15) leicht verständlich ist. Hier sei daran erinnert, daß v. Recklinghausen aus den regressiven Veränderungen der Knochenzellen im Osteoid seinerzeit darauf schloß, daß das Osteoid nicht kalklos apponiertes, sondern in Auflösung begriffenes, halisteretisches Knochengewebe sei. Dieser Auffassung ist dann Schmorl entgegengetreten, indem er die Auffassung vertrat, daß es sich um kalklos apponiertes und erst sekundär regressiv verändertes Knochengewebe handle. Als Ursache der regressiven Veränderung nennt jedoch Schmorl nicht mechanische Läsionen, sondern vermutet, der Grund sei der, daß ein dauerndes Kalklosbleiben unphysiologisch sei.

Bei dieser Gelegenheit sei auch noch erwähnt, daß man an der sekundären Spongiosa des Falles 18 ganz deutlich drei Schichten unterscheiden kann (Fig. 14 I, II, III). Die oberste mit ihren dünneren, dichter liegenden und kalkärmeren Balken und die unterste mit den dickeren, lockerer liegenden und besser verkalkten Balken verhalten sich genau so, wie die obere beziehungsweise untere Schicht der sekundären Spongiosa es gewöhnlich tun, während die zwischen beiden liegende Schicht mit den sehr breiten, maximal dicht stehenden und fast kalklosen Balken an dieser Stelle ganz fremdartig anmutet und dem ganzen Verhalten nach ein spontaner Frakturkallus im Bereiche der sekundären Spongiosa ist.

Osteoblasten waren in jedem Falle nachweisbar, aber sie waren nicht, wie bei normalen Rippen nur gegen die primäre Spongiosa zu vorhanden und stets niedrig, sondern ohne jede Regelmäßigkeit verteilt und bald niedrig und unscheinbar, bald sehr kräftig entwickelt. Diese Variabilität hat darin ihren Grund, daß der Knochenanbau im Gegensatz zur Norm in jedem Falle an derselben Stelle nicht in gleicher Weise vor sich geht, sondern bei der Rachitis infolge der so verschiedenen statischen Verhältnisse an ganz verschiedenen Stellen und in wechselnder Intensität sich abspielt.

Der Kalkgehalt der Knochenbälkchen, der vor allem vom Grad der Erkrankung abhängt, ist in unserem Materiale natürlich sehr verschieden. In den leichteren Fällen kann man die Balken als der Hauptsache nach gut verkalkt bezeichnen, aber die Osteoidsäume sind schon häufiger als normal anzutreffen, können sogar an jedem Bälkchen vorhanden sein, haben eine, wenn auch noch mäßige pathologische Dicke, können aber sogar schon ein Drittel der ganzen Balkendicke ausmachen (Fig. 9 bis 12, 17). Der Fall 20 ist ein Beispiel dafür, daß der Kalkgehalt der Balken noch als recht erheblich, die Breite des Osteoids aber auch zugleich als schon sehr bedeutend bezeichnet werden muß (Fig. 16). In den Fällen 17 und 18 treten aber die verkalkten Partien quantitativ gegen das Osteoid zurück (Fig. 13, 14), und im Falle 19 endlich, der den höchsten Grad der Kalkstörung zeigt, können wir die ganze sekundäre Spongiosa im wesentlichen als kalklos hinstellen (Fig. 15). Schon Pommer betont, daß die subchondrale Spongiosa fast völlig kalklos sein kann.

So wie in der primären, so kann man auch in der sekundären Spongiosa konstatieren, daß der Kalkgehalt im allgemeinen, so wie die Breite der Balken, gegen die große Markhöhle hin zunimmt (Fig. 12, 13, 14, 16), was insoferne ganz klar ist, als diese tieferen Teile statisch am meisten in Anspruch genommen werden und wir schon wissen, daß bei der Verkalkung die statisch wichtigsten Gebiete vorgezogen werden. Es gibt eben statisch motivierte, calcioprotektive Gebiete im Knochen. Mit diesem Verhalten des Kalkes stimmt es überein, daß die Dicke sowohl der Spongiosabalken, als auch der Corticalis nach unten ebenfalls zunimmt. Von einer Besserung des Kalkgehaltes der Spongiosabalken mit der Entfernung vom Knorpel spricht Schmorl bei der Rachitis tarda.

Am Übergang des kalkhaltigen Knochens ins Osteoid ist die Kalkgrenze bald schmal und feinkörnig, also normal, bald zwar feinkörnig, aber verbreitert, bald überdies auch noch grobkörnig, wobei die ovalen Kalkkörner deutlich parallel zur Faserrichtung der Knochengrundsubstanz liegen.

Derjenige Abschnitt der Rippe, der die sekundäre Spongiosa enthält und von ihr, mit Ausnahme der leichtesten Fälle, ganz ausgefüllt ist, pflegt meist auch mehr oder weniger aufgetrieben, verdickt zu

sein, das ist der Rosenkranz. Ein solcher fehlt zum Beispiel in Fig. 11. In Fig. 9, 10, 17 fällt die Form noch gar nicht auf, aber die Nachmessung ergibt auch hier schon eine Verdickung der Rippe. In Fig. 12 ist die bauchige, aber noch kurze Auftreibung der Rippe ganz deutlich, und in den schwersten Fällen ist die Zunahme der Dickendimension stets sehr auffallend, wenn auch die äußere Form wechselt. In Fig. 15 ist die Auftreibung zylindrisch; ebenso in Fig. 14, jedoch viel länger; in Fig. 16 läuft die Auftreibung ganz allmählich konisch nach unten aus und in Fig. 13 ist sie dick spindelig. In Fig. 13 bis 15 sehen wir ferner das Massiv der präparatorischen Knorpelverkalkungszone auch noch im Rosenkranz enthalten. Es geht aus diesen Bildern klar hervor, daß die sekundäre Spongiosa mit der Verschlechterung der Kalkverhältnisse nach allen Dimensionen an Mächtigkeit zunimmt.

Über den Rosenkranz und sein Zustandekommen herrscht keine Einigkeit. Virchow und Kassowitz sind der Meinung, die Ausbauchung entstehe dadurch, daß der weiche, kalklose Knorpel zusammengedrückt wird und seitlich ausweicht. Kassowitz betont sogar ausdrücklich, daß die Ausbauchung in schweren Fällen nicht der unteren Knorpelgrenze entspreche (wie das etwa in unseren Figuren 12 und 13 der Fall ist), sondern der Mitte der Höhe des gewucherten Knorpels. Schmorl hingegen ist der Meinung, daß die Ausbauchung so lange fehlt, solange das Knorpelmassiv noch erhalten ist; sowie aber dieses in seinem Innern durch Osteoid ersetzt wird, stellt sich die Ausbauchung ein, denn dieses Osteoid ist gegen Druck weniger widerstandsfähig, als der Knorpel. Wenn wir unsere eigenen Figg. 12 bis 16 auf das hin untersuchen, so werden wir in der Tat die Überzeugung gewinnen, daß der Gipfelpunkt der Ausbauchung mit einem Querschnitt zusammenfällt, der aus Osteoid, nicht aus Knorpel besteht. Aber zum großen Unterschied von der menschlichen Rachitis ist dies Osteoid nicht im Knorpelmassiv entstanden, sondern ausnahmslos unter demselben, es ist also echte, wenn auch pathologisch veränderte sekundäre Spongiosa.

Fragen wir uns ferner, ob die Kompression des Osteoids die alleinige Erklärungsmöglichkeit des Rosenkranzes ist. Für den in Fig. 13 widergegebenen Fall spricht schon die bauch- oder tonnenförmige Gestalt der Auftreibung dafür, daß in der Tat die Möglichkeit einer stattgehabten Kompression besteht. Aber bei den Figg. 14 bis 16 handelt es sich nicht so sehr um eine tonnenförmige, als vielmehr um eine zylindrische Verdickung des knöchernen Rippenendes. Dieser Zustand erklärt sich am einfachsten so: Schon unter normalen Umständen wird die Rippe in der Ossifikationslinie zu dick angelegt und durch die auf osteoklastischem Wege vor sich gehende modellierende Resorption an der Außenfläche der Rippe sekundär verschmächtigt (s. p. 50, 51). Diese modellierende Resorption tritt bei florider Rachitis, so wie die Abbauerscheinungen überhaupt, in den Hintergrund. Indem so die Verschmächtigung ausbleibt, baut sich die Rippe mit zu großem Querschnitt auf. Es kommt noch dazu, daß die auch an anderen Stellen gesteigerte periostale Knochenapposition die Dickendimension auch hier steigert. Wenn also Lehnerdt bei seinen Strontiumtieren die »patronenförmige«, das heißt zylindrische Verdickung der Rippenenden, die ebenfalls durch Wegfall der »modellierenden Resorption« zustandekommt, als vom rachitischen Rosenkranz völlig verschieden auffaßt, so hat er damit nicht ganz Recht. Denn auch der rachitische Rosenkranz kommt durch Ausbleiben der modellierenden Resorption, gesteigerte periostalen Opposition und zum Teil allerdings auch noch durch Kompression des Osteoids zustande.

Während es normaliter leicht fällt, die sekundäre Spongiosa von der primären einerseits und von der Corticalis andererseits abzugrenzen, gelingt dies bei Rachitis nur, wenn die Veränderungen leicht sind (Fig. 17). In solchen Fällen ist es klar, daß die Balken in schiefem Verlaufe nach unten außen an der Corticalis inserieren, wie in normalen Rippen als Stützbalken funktionierend (Fig. 9 *O*, 17 *b*). Aber bei höheren Graden der Rachitis geht die sekundäre Spongiosa so vielfache und innige Verbindungen mit der primären Spongiosa und namentlich mit der Corticalis ein, daß es nicht gelingt, eine Grenze festzustellen (Fig. 12 bis 16). Selbst da, wo sich nach unten zu die Spongiosa verliert, geht sie allmählich in die oft porotische Corticalis über, so daß die Bestimmung der unteren Spongiosagrenze mehr oder weniger willkürlich ist (Fig. 13, 16).

In einem Teil der Fälle verliert sich die Spongiosa gegen die große Markhöhle zu in der Weise, daß sie einfach dehisciert und sich verliert (Fig. 10), in anderen Fällen bleibt die Spongiosa bis nach unten

recht kompakt, fällt nach den Seiten schief dachförmig ab, so daß die Markhöhle nach oben spitz zuläuft (Fig. 13, 15, 16). Es kommt so die Kraftübertragung auf die unten stets am besten kalkhaltige Corticalis zum Ausdruck. Am interessantesten aber sind jene Fälle (10, 14, 15, 16), in denen die Spongiosa an ihrem unteren Rande einen bald mehr bald weniger flachen Rundbogen hervorgebracht hat, der kuppelförmig die Markhöhle überwölbt und abschließt (Fig. 11, 12), und von oben zuweilen aufrechte Stützbalken (Fig. 11) und stets die Masse der ganzen übrigen Spongiosa trägt. Bei Wiederkäuern kommt nach Gebhardt eine glattwandige, kuppelförmige Abrundung der Spongiosa gegen die Markhöhle normaliter vor. Zur Hervorbringung dieser statisch sehr günstigen Konstruktion ist natürlich ein Umbau der Spongiosa erforderlich, denn in der normalen Rippe der Ratte gibt es keine solchen Konstruktionen. Damit diese Kuppel ihre Aufgabe erfüllt, muß sie auch möglichst gut verkalkt sein und das ist auch der Fall. Fig. 11 und 12 zeigt uns, daß das Gebiet der am tiefsten gelegenen Kuppel das bestverkalkte in der ganzen Spongiosa ist, es ist eben ein statisch motiviertes, calcioprotektives Gebiet. Bei allen auf Biegungs- und Strebfestigkeit beanspruchten Knochen finden wir immer wieder mit zunehmender Entfernung von der Epiphysengrenze eine immer stärkere Materialanhäufung. Ein Blick auf die Fig. 11 und 12 belehrt uns, daß die Gebiete stärkster Belastung sich schon durch die dicksten Balken und die stärkste Kalkanhäufung verraten.

Daß es calcioprotektive Gebiete in Knochen gibt, kann im rachitischen Knochen viel öfter und leichter erkannt werden, als im normalen, denn beim normalen Knochen ist eben alles verkalkt, beim rachitischen aber, wo mit dem Kalk hausgehalten werden muß, wird der Kalk eben an die statisch meist beanspruchten Gebiete dirigiert und dadurch verrät sich das Gesetz.

Daß ein solcher Kuppelbau bis zu einem gewissen Grade, für die Zeit der Rachitis eine fixe Einrichtung bedeutet, die im Gegensatz zur normalen sekundären Spongiosa wenig dazu geeignet erscheint, mit dem Längenwachstum des Knochens durch Umbau mit hinauf verlegt zu werden, paßt zu der Tatsache, daß bei Rachitis alle das Längenwachstum zusammensetzenden Vorgänge bald mehr bald weniger ruhen. Damit ist aber nicht gesagt, daß nach Ausheilung der Rachitis die ganze Kuppelkonstruktion nicht abgebaut und nach Aufnahme des Längenwachstums der für dieses besser passenden normalen Spongiosakonstruktion Platz machen würde. Dies ist vielmehr gerade zu erwarten.

* * *

Corticalis. Das die Corticalis aufbauende Knochengewebe ist, ebenso wie in normalen Rippen, reif und weist zuweilen auch Kittlinien auf, während von jener schön lamellären Struktur, die zum Beispiel der Compacta des Menschen eignet, nicht viel wahrzunehmen ist. Die Corticalisdicke ist in leichten Rachitisfällen gegen die Norm nicht vermehrt (Fig. 9 bis 12, 17), sie ist aber manchmal auf der pektoralen Seite größer als auf der pleuralen (Fig. 11 *h*, *g*, Fig. 12 *g*, *p*). In schweren Rachitisfällen ist jedoch die Corticalis wesentlich dicker als normal (Fig. 13 *C*, 16 *Sch*), was hauptsächlich durch Einschränkung des Abbaues erzielt wird. Die pathologische Dickenzunahme erfolgt durch Apposition von der Periostfläche aus und dies kommt gegen das obere allmählich dünner werdende Corticalisende auf die Weise zum Ausdruck, daß die apponierte Knochenschicht, je jünger sie ist, das heißt je näher sie dem Periost ist, desto weniger hoch gegen den Knorpel hinaufreicht, wodurch die Schichten hier schuppenförmig übereinanderliegen (Fig. 18 *s*, *l*, *n*, Fig. 14 von *w* nach abwärts). Der Grund für diese Massenzunahme der Corticalis ist der gleiche wie bei der sekundären Spongiosa: Die infolge Kalkarmut verringerte Tragfähigkeit des Knochens. Gesteigerte Abbauerscheinungen der Corticalis (Fall 12, 20) finden sich nur in Fällen, bei denen durch eine Besserung der Kalkverhältnisse ein Teil des Gewebsbestandes überflüssig geworden war.

Infolge der besonderen Kalkverhältnisse des Knochens sind in ihm die Sharpey'schen Fasern besonders gut zu sehen. Wenn nämlich in den oft mächtigen, kalklosen, eosinroten, periostalen Auflagerungen der pektoralen Seite blaue Verkalkungsherde auftreten, so sieht man in ihnen die noch immer rot, also kalklos bleibenden Sharpey'schen Fasern ganz besonders klar, während sie da, wo sie durch

kalkloses, also ebenfalls rot gefärbtes Knochengewebe ziehen, infolge des mangelnden Farbenkontrastes viel schwerer zu sehen sind.

In der normalen Rippe tritt die Corticalis stets als gut ausgeprägter selbständiger Gewebsabschnitt hervor und an den wenigen Stellen, an denen Spongiosabälkchen inserieren (Fig. 4) macht es keine Schwierigkeit, die Spongiosa von der Corticalis abzugrenzen. Das gleiche Verhältnis besteht auch noch bei den leichten Rachitisfällen, in denen die Zahl der Spongiosabälkchen erst wenig vermehrt ist (Fig. 9, 17). In dem Maße aber, als die Bälkchenzahl stark zunimmt, beginnt infolge der viel zahlreicheren Verbindungsstellen die Grenze zwischen Corticalis und Spongiosa weniger scharf zu werden. Das ist in Fig. 10 noch wenig, in Fig. 12 schon mehr der Fall; und nimmt gar die Dichtigkeit der Balken zu, so hört die Corticalis fast ganz auf, ein wohl ausgeprägter Gewebsabschnitt zu sein (Fig. 13, 15), und macht den Eindruck der Zugehörigkeit zur Spongiosa, deren Randabschluß sie besorgt. Ebenso unklar ist die untere Spongiosagrenze, denn hier hat die Corticalis oft selbst einen spongiösen und nicht kompakten Bau, so daß Corticalis und Spongiosa eine kontinuierliche Masseneinheit darstellen, in der es unmöglich ist, eine Grenze zwischen beiden zu ziehen (Fig. 13, 16). Dergleichen kommt normaliter nie vor.

Unter normalen Umständen reicht das obere Ende der Corticalis bis zur Knorpelwucherungszone, und sogar bis zu ihrer oberen Grenze, das ist bis zur Ossifikationsgrube. Bei Rachitis ist dies bei den nicht ganz schweren Graden meist ebenfalls der Fall (Tier 10, 14, 15, 16, 21 *A*, vgl. Fig. 12 *e*). Bei den schwersten Graden jedoch (Fall 17 bis 19, 21 *B*), aber auch schon bei manchem minder schweren (Fall 12) reicht das obere Corticalisende nicht so hoch hinauf, erreicht nicht die Ossifikationsgrube, endet zuweilen schon in der Mitte der Höhe der abnorm hohen präparatorischen Verkalkungsschicht, was einen schon recht erheblichen Rückstand im Längenwachstum der Corticalis bedeutet; und das pflegt auf der einen, meist der pektoralen Seite stärker der Fall zu sein als auf der anderen (Fig. 13 *g*, 14 *w*, 15 *i*, 18 *t*). Wenn wir hier von einer Rückständigkeit im Längenwachstum der Corticalis an ihrem oberen Ende sprechen, so ist dies nur scheinbar ein Widerspruch gegen die Behauptung von Kassowitz, daß bei Rachitis das obere Corticalisende viel mehr über den Knorpel geschoben ist, als normal. Wenn wir die normale Rippe Fig. 4 betrachten, so sehen wir in der Tat, daß sich da das obere Corticalisende, absolut genommen, nur ein ganz kurzes Stück über den Knorpel schiebt (*b*), das bedeutend geringer ist als in den, rachitische Rippen darstellenden Figuren 12 bis 16, 18, bei denen das obere Corticalisende die obere Spongiosagrenze um ein langes Stück überragt und das mächtige Knorpelmassiv, wenn auch nicht immer vollständig, umgreift. Also rein deskriptiv ist die Auffassung von Kassowitz vollkommen richtig. Wenn wir aber bedenken, daß das obere Corticalisende normaliter bis zur Knorpelwucherungsschicht reicht, in schweren Rachitisfällen aber zuweilen nur bis zur halben Höhe der präparatorischen Verkalkungsschicht, so müssen wir sagen, daß das obere Corticalisende relativ im Längenwachstum rückständig ist. Wenn wir aber in Betracht ziehen, daß schon das Höhenwachstum des Knorpels bei Rachitis gehemmt ist, und daß das Längenwachstum der Corticalis trotzdem gegen den Knorpel im Rückstand bleibt, so werden wir zugeben, daß das obere Corticalisende nicht nur relativ, sondern auch absolut zu kurz ist bei Rachitis. Wenn das obere Corticalisende bei Rachitis mehr als normal über den Knorpel geschoben ist, so ist das eben der Ausdruck dafür, daß infolge des Stillstandes der enchondralen Ossifikation und der pathologischen Anhäufung von Knorpel das obere Corticalisende, die »Endlamelle« Köllicker's, nicht in die eigentliche Schaftcorticalis überführt wird. Das Verhalten des oberen Corticalisendes ist eines der Beispiele für die bei Rachitis vorkommenden Hemmungsvorgänge auf dem Gebiete des Knochenwachstums.

Wächst auch das obere Corticalisende langsamer als normal, so ist dies immerhin eine Stelle, wo wir auch bei Rachitis die jüngste Knochenapposition zu erwarten haben, und aus diesem Grunde interessiert uns der Kalkgehalt dieser Stelle besonders. Schon bei den normalen Rippen wurde darauf geachtet und gefunden, daß das sehr dünne, nadelspitz zulaufende Corticalisende (Fig. 4 *b*) stets auf eine kurze Strecke kalklos ist, denn auch beim normalen Tier erfolgt die Knochenapposition kalklos. Die Menge des Osteoids ist hier aber normaliter so gering, daß sie bei der schwachen Vergrößerung in unseren Figuren nicht zur Geltung kommt. Anders bei Rachitis. Hier ist schon bei leichten Fällen das obere

Corticalisende auf eine viel längere Strecke kalklos, und das Osteoid ist viel dicker, so daß es in unseren Figuren trotz gleicher Vergrößerung schon deutlich sichtbar ist (Fig. 9 *h*, 10 *c*). In ganz schweren Fällen aber ist nicht allein das oberste Corticalisende kalklos, sondern die Corticalis ist von der Spitze bis tief hinunter kalklos und das Osteoid erlangt eine ganz bedeutende Mächtigkeit (Fig. 14 *w*, 15 *i*, 16 *b*, 18 *s*). Die Kalklosigkeit des oberen Corticalisendes hatte schon Virchow betont. Diese Tatsache ist eines der Beispiele für das dem Grade nach pathologische Kalklosbleiben jüngster Knochenapposition bei Rachitis, wofür wir aber noch andere Beispiele besitzen. Die Verkalkung des oberen Corticalisendes, welches das kalklose Knorpelmassiv, wenn auch unvollständig umfaßt, würde die statische Brauchbarkeit des Knorpelmassivs beträchtlich erhöhen. In Wirklichkeit aber ist hier die Verkalkung bei floriden Fällen gerade selten zu sehen (Fig. 13). Zumeist findet man aber die Verkalkung statt in der den Knorpel umfassenden Corticalis in den Randpartien des Knorpels selbst, was von gleichem statischen Effekt ist (Fig. 12, 14, 16, 18). Es zeigt dies wieder, wie wir das schon gelegentlich der prospektiven Verkalkung gesehen haben, daß bei Einwirkung des mechanischen Reizes die Affinität des Knorpels zum Kalk größer ist als die des Knochens. Ganz ohne statischen Wert scheint übrigens auch die Einhüllung des Knorpels in kalkloses Knochengewebe nicht zu sein, wodurch das seitliche Vorquellen bei Druck ebenfalls bis zu einem gewissen Grade hintangehalten werden kann.

Wir haben bei der Besprechung der normalen Rippenhistologie genau ausgeführt, daß das bei der Vergrößerung des Thoraxraumes erfolgende Hinausverlegen der Rippen durch einen Umbau zuwege gebracht wird, bei dem gegen das Rippende an der pektoralen Periostfläche und der pleuralen Endostfläche Knochenanbau erfolgt. An diesen zwei Flächen der Corticalis haben wir daher auch bei Rachitis besonders viel Osteoid zu erwarten. In der Tat findet sich fast ausnahmslos in jedem Rachitisfalle notiert, daß die Hauptmasse des Osteoids sich an der pektoralen Periostfläche findet (Fig. 11 *g*, 12 *p*, 18 *n*). Eine geringere, wenn auch immerhin noch sehr bedeutende Rolle spielt in der Corticalis das Osteoid an der pleuralen Endostfläche (Fig. 10 *d*, 11 *h*, 17 *c*, 18 *o*).

Wie nach den normalen Fällen zu erwarten stand, findet man auch bei Rachitis an den zwei anderen Corticalisflächen, nämlich der pleuralen Periostfläche (Fig. 16 *f*, 17 *e*) und der pektoralen Endostfläche meist kein Osteoid, sondern eher Abbauvorgänge. Doch ist dies durchaus nicht immer der Fall und wir sehen zum Beispiel in Fig. 12 *r* auf der pektoralen Endost- und in Fig. 18 *u* auf der pleuralen Periostfläche sogar sehr bedeutende Osteoidmengen. Und das läßt sich aus dem Bestreben heraus verstehen, die Corticalis zu verdicken, wenn auch die Apposition an Stellen stattfinden sollte, die sonst zum Abbaugebiete gehören. Eine weitere, wenn auch weniger ausgiebige Fundstätte für das Osteoid in der Corticalis sind die Gefäßkanäle (Fig. 13, 16), wo die Corticalis zuweilen ihrer ganzen Dicke nach kalklos sein kann.

Findet man an den Stellen physiologischen periostalen Dickenwachstums auch bei der Ratte namentlich in Fällen schwerer Rachitis subperiostal recht erhebliche Osteoidmengen an der Corticalis, so ist doch eigentlich von einem periostalen Osteophyt kaum je die Rede und Bilder wie Fig. 13 *l* gehören zu den seltenen Ausnahmen. Das gleiche hat bei seinen impfrachitischen Ratten auch Morpurgo konstatiert. Nun ist es seit jeher bekannt, daß sich die Osteomalacie von der Rachitis unter anderem dadurch unterscheidet, daß ihr das periostale Osteophyt fehlt (Virchow, Pommer). Ist also die periostale Auflagerung eine wesentliche Erscheinung der Rachitis, so ist sie andererseits kein notwendiges diagnostisches Merkmal derselben (Pommer). Auch Schmorl betont, daß bei Rachitis tarda ein stärkeres periostales Osteophyt fehlt, was aber nicht gegen Rachitis spreche, da es auch bei infantiler Rachitis oft vermißt werde; und Looser sagt, es sei bei infantiler Rachitis am kräftigsten, bei Spätrachitis mäßig, bei Osteomalacie noch weniger und bei seniler Osteomalacie fehle es. Die Kalklosigkeit der äußeren Corticalisschichten auch an Stellen, die frei sind von Auflagerungen, betont auch Pommer, bei dem wir ferner eine Erklärung dafür finden, daß die Ausbildung der periostalen Auflagerungen vom Alter des Individuums abhängt. Pommer betont nämlich, daß das Vorhandensein noch lebhafter äußerer Apposition eine Vorbedingung für das Zustandekommen einer Periostauflagerung sei, weshalb sie beim Kind wohl, nicht aber beim Erwachsenen zustande kommt. In der Tat waren unsere rachitischen Ratten

schon halbwüchsige Tiere und vom Standpunkte der menschlichen infantilen Rachitis wäre unsere Rattenrachitis eine Spätrachitis zu nennen. Dies wird also der Hauptgrund sein für das Fehlen des periostalen Osteophyts bei unserem Materiale. Endlich schreibt Pommer den Zerrungen an den Ansatzstellen der Muskeln, Sehnen und Fascien eine große Bedeutung beim Zustandekommen des periostalen Osteophyts zu, weshalb dieses, wie zum Beispiel an der Innenfläche der Rippen, dort fehlt, wo Muskelansätze fehlen. Hingegen erklärt v. Recklinghausen die Osteoidauflagerungen auf der Außenfläche der Rippen in gleicher Weise wie auf der Außenfläche des Schädeldaches so, daß eben nur an diesen Stellen Knochenwachstum besteht. Auch bei der Ratte genügte uns diese Erklärungsweise für das hauptsächliche Vorkommen des Osteoids an der pektoralen Periotfläche; allerdings war auch von einem richtigen Osteophyt nicht die Rede.

Wie sehr gerade bei Rachitis die Corticalis und Spongiosa durch ihre innige Verbindung eine statische Einheit darstellen, sieht man auch daran, daß der Kalkgehalt in beiden gewöhnlich harmoniert. In Fig. 9 und 10 ist die Spongiosa und Corticalis von gleichem, mäßigen Kalkgehalt. In Fig. 11, 12 und 13 ist die Corticalis im Niveau der obersten kalklosen oder -armen Spongiosa ebenfalls kalklos (*i, m, m*), im Niveau der tieferen, viel kalkreicheren Spongiosa wieder von gleich gutem Kalkgehalt (*C*). Im Falle 19 endlich ist die Corticalis im Niveau der ganzen fast kalklosen Spongiosa ebenfalls fast ganz kalklos. Am besten ist der Kalkgehalt der Corticalis stets im Rippenschaft ganz außerhalb, unterhalb der Spongiosa. Der Grund für diese Kalkverteilung, dafür, daß mit der Entfernung vom Knorpel die Corticalis immer mehr calcioprotektives Gebiet wird, ist zum Teil der schon bei der Spongiosa erwähnte, nämlich die Zunahme der Belastungsgröße der Rippe mit der Entfernung vom Knorpel, zum Teil aber der, daß, je mehr wir uns vom oberen Corticalisende gegen den knöchernen Rippenschaft zu bewegen, umsomehr in jene Corticalisgebiete gelangen, die schon in vorrachitischer Zeit entstanden und verkalkt sind und beim Hinausverlegen der Rippe gelegentlich des Thoraxwachstums am wenigsten dem Umbau unterliegen.

Von der Verschiedenheit der Kalkverteilung in der Corticalis abgesehen, läßt sich aber sagen, daß der Kalkgehalt der Corticalis im allgemeinen vom Grade der Rachitis abhängt. Ein Blick auf unsere Figuren belehrt uns, daß auch die Corticalis umso kalkärmer wird, je schwerer die Rachitis. In unserem leichtesten Rachitisfalle (21 *A*) war überdies zu konstatieren, daß, so wie bei normalen Tieren, die Corticalis in der ganzen Rippe die größte Osteoidmenge aufwies.

An der Grenze zwischen Osteoid und dem kalkhaltigen Knochen, also da, wo die Kalkapposition vor sich geht, sieht man normaliter in den meisten Fällen kaum eine Übergangszone; nur ausnahmsweise ist sie vorhanden, dann ist sie aber ganz schmal und feinkörnig. Bei Rachitis ist aber eine solche Übergangszone recht oft zu sehen und zuweilen ist sie pathologisch breit und besonders grobkörnig. Dies ist nach Pommer ein für Rachitis charakteristisches Verhalten. Wir haben uns vorzustellen, daß die Verkalkung des Osteoids, die ja durch Einlagerung von Kalkkörnchen erfolgt, nicht in der Weise vor sich geht, wie man beim Aufführen einer Mauer die Ziegelsteine schon von vornherein in definitiver und maximaler Dichtigkeit aneinanderlegt, sondern so, daß die einzelnen Bauelemente in größeren Abständen von einander gelegt werden und dies Mosaik erst sekundär durch Interposition weiterer Bauelemente komplettiert wird. Dieses inkomplette Mosaik nun ist bei Rachitis viel lockerer, liegt in viel breiterer Zone vor, persistiert länger und komplettiert sich langsamer als normal.

Endlich sei erwähnt, daß die Kalkverarmung der Corticalis auch zu Frakturen führt, die in einem eigenen Abschnitt abgehandelt werden sollen. Hier sei nur soviel erwähnt, daß in zweien unserer Fälle diese Fraktur im Spongiosabereiche selbst saß (Fall 18, Fig. 14 II, Fall 21 *B*, Fig. 18 *f, f̄*). Diese beiden Frakturen kommen später nicht mehr zur Sprache, darum sei auf sie hier hingewiesen. Es wäre eine Wiederholung, wollten wir die Fälle hier durchbesprechen. Es sei darum insbesondere bezüglich der sehr interessanten Verhältnisse des Falles 21 *B* auf den histologischen Befund verwiesen.

* * *

Das Periost bietet bei Rachitis nicht viel Abweichungen von der Norm dar. Es ist manchmal, insbesondere auf der pektoralen Seite verdickt, was schon Kassowitz angibt, ferner ist der Ossifikationswulst zuweilen deutlich dicker als normal und endet in einer Ossifikationsgrube, die tiefer einschnürt, als normal (Fig. 15). Doch ist dies nicht immer der Fall.

* * *

Das Knochenmark weist, nicht wie bei den normalen Fällen in der Hälfte, sondern weniger als in einem Drittel der Fälle spärliche Fettzellen auf. Diese sind also bei Rachitis seltener, wie das Kassowitz auch bei menschlicher Rachitis fand. Die Gefäßfüllung schwankt sehr bedeutend und es ist nicht zu konstatieren, daß sie in schweren Fällen auffallender wäre, als in leichten. Während Kassowitz die Hyperämie als das Primäre bei der Rachitis ansieht, bestreitet Pommer ihre Anwesenheit überhaupt, während sie Looser als einen reparatorischen Vorgang, Schmorl als eine Begleiterscheinung regen Anbaues bezeichnet. Die Riesenzellen schwanken an Zahl wie normal, sind in der Regel gut entwickelt nur im Falle 20 und zum Teil in den Fällen 15 und 21 *B* sind sie klein, zusammengeschrumpft, mit dunklen, pyknotischen Kernen. Unter den Markzellen überwiegen die mit den großen, hellen, runden, gelappten oder gelochten Kernen, über die mit kleinen dunklen Kernen stets. Erstere sind zum Teil schön, sogar grob eosinophil granuliert, letztere zum Teil recht spärlich und dann gerne in Gruppen stehend. Kassowitz, Pommer und Morpurgo finden bei Rachitis vorwiegend lymphoides Mark.

* * *

Das Osteoid. Über das Osteoid wurde schon in den Abschnitten über die primäre und sekundäre Spongiosa sowie in dem über die Corticalis manches gesagt, so daß es nur noch erübrigt, einige allgemeine Bemerkungen zu machen. Daß das Osteoid bei Rachitis viel häufiger anzutreffen ist und eine größere Dicke besitzt als in den normalen Rippen, das ist eigentlich schon darum selbstverständlich, weil ja das vermehrte Osteoid das ausschlaggebende Kriterium bei der Beurteilung dessen war, ob ein Fall zu den normalen oder rachitischen gehört, ein Kriterium, das selbst wichtiger war als die Kalkverhältnisse des Knorpels, die uns in manchen Fällen im Stiche gelassen haben. Wir stehen somit auf dem Standpunkte der Pommer'schen Lehre, die ja der Standpunkt der gesamten modernen Rachitisforschung ist. Dieser verdienstvolle Forscher, der im Gegensatz zu Virchow nicht die Periost- und Knorpelveränderungen sondern die Kalkverhältnisse des Knochengewebes bei der Beurteilung des Wesens der Rachitis in den Vordergrund stellte, schaffte durch seine mühevollen Untersuchungen jene Grundlage, auf der in den letzten Jahren die Modernisierung unserer ganzen Anschauungen über die Rachitis durchgeführt wurde. Nach Pommer haben die uns noch unbekannten, der Kalkablagerung hinderlichen Momente, die aber außerhalb des Skelettes liegen, zur Folge, daß neuapponiertes Knochengewebe nicht verkalkt, und daher das Osteoid an Flächenausdehnung und Dicke zunimmt. Osteoidmessungen sind daher ein unerläßliches Desiderat bei der Entscheidung der Frage ob Rachitis vorliegt oder nicht.

Unser Diagramm X Taf. IX, zeigt uns, daß die im Rachitisfalle 21 *A* gefundene geringste durchschnittliche Dicke des Osteoids von 10·1 μ noch größer ist als die im normalen Falle 5 gefundene größte durchschnittliche Osteoiddicke von 6·3 μ. (Die Fälle 22 und 23 bleiben auch bei diesen Betrachtungen unberücksichtigt, da sie in einem eigenen Abschnitte besprochen werden.)

Ferner zeigte es sich, daß die Schwankung der Osteoidbreite im einzelnen Rachitisfalle sehr bedeutend, das heißt, der Unterschied zwischen Durchschnitt, Maximum und Minimum sehr groß sein kann, was darin seinen Grund hat, daß die Dicke des Osteoids in einen gegebenen Saum vor allem von der Dauer des Appositionsvorganges abhängt. Der osteoide Saum ist an einer Stelle noch schmal, weil er jung ist, an einer anderen sehr breit, weil er alt ist. Wenn also die Osteoidbreite im gegebenen Falle von einem so außerordentlich variablen Faktor abhängt, so ist es ja selbstverständlich,

daß sie so erheblich variiert, was uns namentlich dann besonders stark auffällt, wenn wir das Maximum und Minimum des Einzelfalles bei den normalen Tieren einerseits, den rachitischen andererseits vergleichen.

Ebenso variiert die durchnittliche Osteoidbreite bei Rachitis von Fall zu Fall in viel weiteren Grenzen, als bei den normalen Tieren (Diagramm X). Bei diesen haben wir eine Schwankung zwischen 2·7 und 6·3 μ, also mehr als ums zweifache, bei Rachitis eine solche zwischen 10·1 und 81.9 μ, also mehr als ums achtfache. Auch diese viel größere Variabilität ist uns ganz klar, denn die durchschnittliche Osteoidbreite bei den Rachitisfällen hängt von einem so variablen Faktor ab, wie es der Grad der Rachitis ist. Die Menge des Osteoids war einer der ausschlaggebenden Faktoren dafür, ob wir einen Fall zu den leichteren oder schweren Rachitisfällen zu rechnen hatten. Daher kommt es, daß im Diagramm zwischen dem Fall 11 und 16 eine Grenze liegt, von der nach links sämtliche Fälle zu den leichten, nach rechts, mit Ausnahme des Falles 15, zu den schweren Rachitisfällen gerechnet wurden. Der zuletzt stehende, den höchsten Durchschnittswert aufweisende Fall 19 wurde schon bei Besprechung der histologischen Verhältnisse als derjenige bezeichnet, bei dem die Kalkstörung den höchsten Grad erreicht hat.

Wir gehen zur Besprechung des Diagramms XI, Taf. IX, über, in dem die Osteoidbreite des oberen Corticalisendes dargestellt ist. Zunächst haben wir zu konstatieren, daß auch hier, der geringste Durchschnittswert des Rachitisfalles 12 von 15 μ größer ist, als der größte Durchschnittswert des normalen Falles 3 von 9 μ. Eine Übereinstimmung ist aber insoferne zu konstatieren, als die Schwankung der durchschnittlichen maximalen und minimalen Osteoidbreite im Einzelnfalle bei Rachitis ebenso wie in der Norm am oberen Corticalisende viel geringer ist als sonst in der Rippe.

Die Variabilität der durchschnittlichen Osteoiddicke am oberen Corticalisende bewegt sich in den verschiedenen Fällen am normalen Material zwischen 2·5 und 9 μ, was eine Schwankung fast um das vierfache bedeutet, am rachitischen Material zwischen 15 und 144 μ, was eine Schwankung fast um das zehnfache ausmacht. Also auch am oberen Corticalisende ist bei verschiedenen Rachitisfällen eine viel größere Variabilität der Osteoiddicke zu konstatieren als normal, wie das auch sonst in der Rippe der Fall ist (Diagramm X). Auch im Diagramm XI läßt sich genau wie im Diagramm X zwischen Fall 14 und 18 eine Grenze ziehen, von der aus alle nach links stehenden Fälle zu den leichteren, die nach rechts stehenden mit Ausnahme des Falles 15 zu den schwereren Rachitisfällen gehören, und wiederum steht mit dem höchsten Durchschnittswerte der Fall 19 am rechten Ende.

Auch darin besteht zwischen dem normalen Materiale einerseits und dem rachitischen andererseits eine Übereinstimmung, als die Osteoiddicke am oberen Corticalisende durchschnittlich größer ist, als sonst in der Rippe (vgl. Diagramm X und XI), wiewohl diese Differenz bei Rachitis etwas größer ist als normal.

Endlich ist auch sonst die Art der Osteoidverteilung auf die einzelnen Abschnitte der Rippe bei Rachitis die gleiche wie in normalen Fällen, nämlich die: Das dickste Osteoid findet sich am oberen Corticalisende, an zweiter Stelle steht der übrige Teil der Corticalis, an dritter die sekundäre Spongiosa.

Wenn wir die Ergebnisse unserer an der Hand des Diagrammes X und XI gewonnenen Betrachtungen kurz zusammenfassen, so müssen wir sagen: Das Osteoid ist bei Rachitis ausnahmslos reichlicher vorhanden als normal, darum ist das Minimum bei Rachitis noch immer größer als das Maximum beim normalen Tier und dies gilt für die Rippe im allgemeinen und das obere Corticalisende im besonderen. Im allgemeinen schwankt die Osteoidbreite der Rippe im Einzelnfall bei Rachitis weit mehr als normal, was von der sehr verschiedenen Appositionsdauer des Osteoids abhängt und diese Schwankung ist am oberen Corticalisende viel geringer, worin die normalen und rachitischen Fälle übereinstimmen. Die Variabilität der durchschnittlichen Osteoiddicke in verschiedenen Fällen ist bei Rachitis infolge der verschiedenen Grade der Erkrankung viel größer als normal, und das gilt sowohl für die Rippe im allgemeinen, als auch

für das obere Corticalisende im besonderen. Die Osteoiddicke ist am oberen Corticalisende größer als sonst in der Rippe und das gilt ebenso für das normale als für das Rachitismaterial. Die Reihenfolge der Osteoidmenge ist für die normalen und Rachitisfälle die folgende: Oberes Corticalisende, die übrige Corticalis, die sekundäre Spongiosa, die primäre Spongiosa.

* * *

C. Über die Kombination von Rachitis mit Marasmus.

Zu den folgenden Ausführungen geben uns zwei Tiere unseres Materiales Anlaß, bei denen nach dem Obduktionsbefunde Rachitis bestand, zugleich aber auch ein hochgradiger Marasmus, der einmal durch sehr ausgedehnte Scabies (Fall 22), das andere Mal (Fall 23) durch sehr ausgedehnte Pneumonie bedingt war, über deren chronischen Charakter schon anderwärts die Rede war. Das Körpergewicht betrug 73, beziehungsweise 81 *g*, war also geringer, als in irgend einem anderen Falle unseres gesamten Materiales. Trotzdem die Tiere etwa 1 Jahr alt waren, waren sie zwerghaft klein, was auf eine sehr bedeutende Wachstumshemmung hindeutet, denn normale Tiere pflegen in diesem Alter schon sehr groß und kräftig zu sein. Beide Tiere sind im Laboratoriumstall geboren und aufgewachsen und verbrachten hier einen großen Teil ihres Lebens unter besonders schlechten hygienischen Verhältnissen. Die Zeichen der Rachitis bestanden bei dem einen Tier (22) vor allem in sehr zahlreichen Rippenkallus nach Spontanfrakturen, beim anderen (23) in opaker Beschaffenheit der Nagezähne, zwei Rippen- und einem Fibulakallus nach Spontanfrakturen. In bezug auf das im folgenden zu schildernde histologische Bild ist der Fall 22 der bemerkenswertere, weil besser ausgeprägte, und darum soll gerade auf diesen Fall mehr Gewicht gelegt werden.

Über den verkalkten Rippenknorpel (Fig. 19 *vK*) ist nichts besonderes zu berichten.

Der ruhende Knorpel (Fig. 19 *rK*) ist im Falle 22 nicht höher, im Falle 23 bloß eine Spur höher als normal, denn er mißt 316 μ gegen 300 μ in den normalen Fällen 3 und 5. Es besteht also dasselbe Verhalten, wie in einem Teil der übrigen Rachitisfälle. Der histologische Bau der Schicht weicht nicht von dem gewöhnlichen bei Rachitis ab.

Die Knorpelwucherungsschicht (Fig. 19 *KW*) ist bei unseren zwei Tieren, wie in der Mehrzahl der Rachitisfälle und den normalen Rippen mit abgeschlossenem Wachstum niedriger als in den mittleren, noch rege wachsenden Rippen der normalen Tiere. Der Grund ist der, daß unter allen den drei genannten Umständen, bei abgeschlossenem physiologischen Wachstum, bei Rachitis und bei Marasmus das Knorpelwachstum stillsteht oder gehemmt ist. Die geringe Höhe der Knorpelwucherungsschicht ist der Ausdruck dafür; auch im histologischen Befunde besteht eine große Ähnlichkeit zwischen der Knorpelwucherungsschicht der marantischen Tiere und der gleichen Schicht jener Rippen normaler Tiere, welche ein abgeschlossenes Wachstum darboten, denn bei beiden sind die Zellsäulen spärlicher, niederer, weiter auseinander stehend (Fig. 19 *KW*), die sie zusammensetzenden Zellen heller, die Grundsubstanz reichlicher als in normalen mittleren Rippen.

Die präparatorische Verkalkungsschicht (*pV*, Fig. 19) ist im Falle 22 normal hoch, wie auch in einem anderen Rachitisfalle; im Falle 23 mäßig höher als normal, wie bei den leichteren Rachitisfällen. Jene exzessive Reduktion der Schichthöhe, wie sie sich bei normalen Rippen mit abgeschlossenem Wachstum fand, fehlt also bei den marantischen Tieren. Hingegen ist die histologische Struktur die gleiche, denn die Zellen sind kleiner, zum Teil dunkler als normal, mehr rundlich als polygonal, und die Grundsubstanz zwischen den Säulen reichlicher, bis an ihre obere Grenze gut verkalkt, und die obere Grenze scharf hervortretend, während die untere Grenze nur leicht uneben (Fall 22) oder sehr unregelmäßig tiefbuchtig ist (Fall 23). Die vollkommene, bis an ihre obere Grenze reichende Verkalkung der Schicht ist auch einigen unserer übrigen Rachitistiere eigen. Nur im Falle 23 fand sich eine Rippe, deren axialer Teil der präparatorischen Verkalkungsschicht ganz kalklos war, bei guter Verkalkung der marginalen Anteile, was ein Merkzeichen der Rachitis ist.

Die enchondrale Ossifikation und primäre Spongiosa. Im Falle 23 verhält sich die enchondrale Ossifikation nicht viel anders, als in manchem anderen Rachitisfalle, denn es bricht nur hie und da ein Markgefäß im kalkhaltigen Knorpel eine Kapsel auf; im übrigen aber sind fast alle Gefäße rings von Bindegewebe umgeben, das die ganze Markbucht erfüllt und nur selten etwas zelliges Mark enthält. Die Bälkchen der primären Spongiosa sind sehr spärlich, ihr Knochenanwurf zeigt nicht selten Osteoidsäume oder ist ganz kalklos, bei fehlenden Osteoblasten. Anders im Falle 22. Hier ist ein primäres Spongiosabälkchen (Fig. 19 *p Sp*) nur ausnahmsweise anzutreffen und vollständig verkalkt, von einer wirklichen Schicht ist keine Rede. Nirgends dringen Markgefäße in den Knorpel, höchstens liegt diesem, sowie dem Knochenbälkchen eine Riesenzelle an und die Unterfläche des Knorpels steht überall in direktem Kontakt mit dem Mark der großen Markhöhle. Wir haben also hier beim Marasmus, sowie beim abgeschlossenen physiologischen Wachstum ein völliges Fehlen des vaskulären Abbaues und einen durch osteoklastischen Abbau bewerkstelligten Schwund der primären Spongiosa.

Die sekundären Spongiosabälkchen liegen im Falle 23 ganz locker, formieren eine normal hohe Schicht und weisen oft Osteoid auf, im Falle 22 sind sie nur in vereinzelten Exemplaren vorhanden, enthalten selten Osteoid und von einer Schicht ist keine Rede. So groß auch auf den ersten Blick die Ähnlichkeit zwischen dem Bilde stillstehenden Wachstums bei Marasmus einerseits und nach Abschluß des physiologischen Wachstums andererseits ist (vgl. Fig. 1 und 19), so muß es doch auffallen, daß jene typische knöcherne Schlußplatte (Fig. 1 *b*) bei Marasmus ganz fehlt.

Die Corticalis (Fig. 19 *C*) ist stellenweise äußerst dünn und trotzdem jene einzige Stelle in der Rippe, wo Knochengewebe in nennenswerter Menge vorkommt. Dieses ist in der Hauptsache gut verkalkt. Im Falle 23 ist das Osteoid an der pektoralen Periostfläche am dicksten, im Falle 22 an der Endostfläche, bei lakunärem Abbau an der Periostfläche. Somit besteht eine konzentrische Atrophie. Sowie beim abgeschlossenen physiologischen Wachstum die Corticalis mit der knöchernen Schlußplatte eine statische Einheit bildet, so hier die Corticalis mit der präparatorischen Verkalkungsschicht, die wie eine Kalkplatte auf das obere Corticalisende gelegt (Fig. 19 *p V*) und noch überdies durch ganz vereinzelte Spongiosabälkchen gestützt ist (Fig. 19 *p Sp*), wodurch ein ähnliches, wenn auch kein identisches Bild resultiert. Bei den infolge des schweren Marasmus reduzierten Anforderungen an die Festigkeit des Skelettes erweist sich aber diese Konstruktion sowie das überall hochgradig reduzierte Knochengewebe als suffizient. Genauer ausgedrückt: Bei dem arg reduzierten Körpergewicht und der hochgradigen Atrophie der Muskeln werden die Knochen bedeutend weniger in Anspruch genommen, d. h., der auf sie ausgeübte mechanische Reiz ist viel geringer und das hat zur Folge, daß der Knochenanbau überall, also in Corticalis und Spongiosa, darniederliegt, was bei dem Fortbestehen des normalen oder gesteigerten Anbaues zu hochgradiger Atrophie führen muß. Es ist im mikroskopischen Befunde genauer ausgeführt, wie bei dieser Sachlage die konzentrische Atrophie zur Folge hat, daß ein marginales Spongiosabälkchen die Rolle der Corticalis übernehmen kann, wie die Einschnürung des oberen Corticalisendes gegen die Ossifikationsgrube verloren geht, und wie das obere Corticalisende sich immer mehr und mehr unter die Kalkplatte schiebt (siehe Skizze 2, p. 80 [442]). Aus den gleichen Skizzen ist auch zu ersehen, daß hier ein schönes Beispiel für das Vorkommen von calcioprotektiven Gebieten im Knochen vorliegt, da nur der Teil des oberen Corticalisendes verkalkt ist, der belastet ist, während der nicht belastete kalkfrei bleibt.

Am Periost fand sich nichts besonderes.

Im zelligen Knochenmark fanden sich die Gefäße stark gefüllt, die Riesenzellen spärlich und atrophisch, und in einem der Fälle noch stellenweise Fettzellen.

Das bisher geschilderte Bild des Marasmus am wachsenden Knochen scheint auch Morpurgo vorgelegen zu sein. Er fand nämlich manchmal die Knorpelwucherungsschicht verschmälert, die subchondralen Balken spärlich und schwach ausgebildet und das lymphoide Mark bis an die Knorpelgrenze heranreichend. Früher schon gab er ferner an, daß die durch Impfung rachitisch gewordenen jungen Ratten mager, struppig wurden, Skabies bekamen und im Marasmus starben. Nach dem histologischen

Bilde, von dem soeben die Rede war, denkt aber Morpurgo an ein »Frühstadium« der Rachitis. Namentlich die Spärlichkeit der subchondralen Spongiosa läßt aber an das von uns geschilderte Marasmusbild denken. Selbst in einem so schweren Rachitisfalle, wie es unser Tier 21 *B* war, fand sich die sonst bei Rachitis verdichtete Spongiosa stark reduziert (Fig. 18), zum Teil wohl deshalb, weil das Tier zum Schluß durch Pneumonie marantisch wurde.

Das Osteoid ist auch bei mit Marasmus kombinierter Rachitis am ehesten noch in der Corticalis und ihrem oberen Ende anzutreffen, weniger in der sekundären, am wenigsten in der primären Spongiosa. Im allgemeinen aber ist es nur selten anzutreffen und in ganz geringer Dicke, die aber (siehe Diagramm X und XI) in der Rippe im allgemeinen und am oberen Corticalisende im besonderen noch immer weniges größer ist, als in normalen Fällen, aber unter den Rachitisfällen zu den geringsten gehört. Demnach spielt das Osteoid eine so geringe Rolle, daß es nach der Untersuchung der Rippenenden allein schwer gefallen wäre, die Rachitis zu erkennen: Ist doch nach Pommer die Rachitisdiagnose erst dann gegeben, wenn das Osteoid über die überwiegende Mehrzahl der Oberflächen verbreitet und auffallend dicker ist. Aber die Untersuchung der Zähne und der Spontanfrakturen (siehe unten) hat eine recht bedeutende pathologische Rückständigkeit der Verkalkung aufgedeckt.

Die Ursache aber, warum wir in der Rippe selbst trotz Rachitis so wenig Osteoid vorfinden, ist der Marasmus. Schon v. Ritter konnte klinisch konstatieren, daß in dem Maße, als sich beim Kind Tuberkulose zu entwickeln beginnt, die rachitischen Erscheinungen zu schwinden beginnen. Die Breite eines Osteoidsaumes hängt nämlich von zwei Faktoren ab: 1. Vom Tempo der Knochenapposition und 2. vom Tempo der Kalkablagerung in das kalklos apponierte Knochengewebe. Unter normalen Umständen besteht zwischen beiden Vorgängen eine gewisse Harmonie, so daß die Osteoidbreite bei der normalen Ratte in dem hier in Betracht kommenden Alter erfahrungsgemäß etwa zwischen 3 und 6 μ schwankt.

Bei Rachitis kommt es aber zu einer Disharmonie zwischen beiden Prozessen, was in einer Verlangsamung, zuweilen fast völligem Sistieren der Kalkablagerung, seinen Grund hat, so daß mit der Zeit das Osteoid zu pathologischer Dicke anwachsen muß, selbst wenn die Knochenapposition verlangsamt sein sollte.

Beim Marasmus aber, der sich zu einer Rachitis gesellt, erleidet die Knochenapposition einen so hohen Grad pathologischer Verlangsamung, daß die Osteoidbreite selbst bei völlig fehlender Kalkablagerung erst nach langer Zeit und nur in sehr bescheidenen Grenzen eine pathologische Breite erreichen könnte, und wäre bei Marasmus die Verlangsamung der Knochenapposition gleich der rachitischen Verlangsamung der Kalkablagerung, dann müßte die Osteoidbreite trotz der bestehenden Kalkstörung normal bleiben, die Kalkstörung hätte sozusagen keine Gelegenheit, manifest zu werden. Wenn aber in einem solchen Falle an der Stelle einer Fraktur zum Zwecke der Callusbildung die Knochenapposition gesteigert wird, so wird aus diesem Grunde die Kalkstörung manifest, die Osteoidsäume werden pathologisch breit.

Kommt es zum Marasmus in einem Falle ohne Rachitis, so müßte man annehmen, daß die Osteoidbreite unter die Norm sinkt.

In der Osteoidarmut bei mit Marasmus kombinierten Rachitisfällen haben wir ein weiteres Beispiel für die Abhängigkeit der Osteoidentwicklung vom Tempo der Knochenapposition kennen gelernt, eine Abhängigkeit, die wir bei der Besprechung der normalen Fälle bei anderer Gelegenheit bereits anzunehmen gezwungen waren. Es wird am Platze sein, hier einige Literaturangaben vorzubringen, die sich auf die Abhängigkeit der Osteoidmenge vom Tempo der Knochenapposition und zwar unter normalen und pathologischen Verhältnissen beziehen.

Im normalen Skelett findet Pommer das physiologische Osteoid im postfötalen Leben mit zunehmendem Alter sowohl an Flächenausdehnung als auch an Dicke abnehmend und führt das darauf zurück, daß das Tempo des Körperwachstums, das heißt der Knochenapposition mit dem Alter abnimmt. Dasselbe gesetzmäßige Verhalten für die fötale Periode konnte Wieland bezüglich der Flächenaus-

dehnung des Osteoids nachweisen. Im Abschnitt über die normale Rippe sahen auch wir dieses Gesetz bei der Ratte bestätigt, wiewohl die Altersdifferenzen unserer halbwüchsigen Kontrolltiere relativ gering waren; aber das Messen stets der gleichen Knochenstelle, nämlich des oberen Corticalisendes, führte selbst unter diesen Umständen zum Ziele. So weit die Abhängigkeit vom Alter.

Aber selbst im gleichen Skelett ist das physiologische Osteoid nach Wieland am Nahtrand der Schädelknochen reichlicher als in der Rippe, denn ersterer hat ein rascheres Wachstum. Dies ist ein Beispiel für eine rein lokale Osteoidvermehrung durch lokal rascheres Tempo der Knochenapposition.

Nach Pommer ist ferner bei Tierspezies mit rascherem Knochenwachstum auch die Flächenausdehnung und Dicke des Osteoids größer und dementsprechend findet, wie schon erwähnt, auch Lehnerdt bei jungen Hunden großer Rassen das physiologische Osteoid so breit, daß man beim Menschen schon von Rachitis sprechen würde.

Nun einige Beispiele auf pathologischem Gebiete: Nach Pommer ist bei der im Tempo gesteigerten Knochenneubildung etwa durch entzündliche Prozesse die Osteoidmenge pathologisch vermehrt, und das gilt sowohl für das sonst normale Skelett, als auch für das rachitische oder luetische. Ähnliches betont auch Schmorl. Als Ursache bezeichnet Pommer aber nicht das pathologische Plus an Knochenproduktion, sondern eine Erschwerung der Kalkablagerung durch die gestörte Zirkulation oder zu lebhaften Flüssigkeitsverkehr.

Daß die Rachitis vor allem 1. an solchen Stellen des Skelettes, welche physiologischerweise schneller wachsen, 2. in jenen Lebensepochen, in denen der ganze Körper schneller wächst, 3. bei wohlgenährten Kindern, die schneller wachsen als schlecht genährte, zur Entwicklung kommt, haben Kassowitz, Pommer und Schmorl betont. So ist die Rachitis am rascher wachsenden vorderen Ende der Rippe und des Radius früher zu konstatieren, als am langsamer wachsenden hinteren; am schneller wachsenden Sagittalrand des Scheitelbeins früher als am langsam wachsenden Temporalrand; an den schnell wachsenden mittleren Rippen früher als an den langsam wachsenden übrigen; an den schnell wachsenden Rippen früher als an den langsam wachsenden Wirbeln; beim wohlgenährten Kind eher als beim marantischen; beim Säugling eher, als beim älteren Kind.

Nach Lehnerdt hat das Strontium die Eigenschaft, die Knochenapposition zu pathologischen Graden zu steigern, so daß die verfügbare Kalkmenge des sonst gesunden Organismus nicht reicht, um alles neugebildete Knochengewebe zu verkalken und das hat zur Folge, daß das Osteoid an Menge beträchtlich zunimmt.

Wenn wir (siehe unten) bei der ja zweifellos gesteigerten Knochenproduktion im Kallus unserer normalen Tiere das Osteoid im wesentlichen von gleicher Dicke vorfanden, wie in der Rippe, so dürfte der Grund dafür der sein, daß unsere Untersuchung zu spät (15 Tage nach der Fraktur) ausgeführt wurden, um noch die Rückständigkeit der Verkalkung des überstürzt produzierten Callus zu erweisen.

Ist aber der Knochenanbau pathologisch verlangsamt, so nimmt das Osteoid, beim Fortbestehen normaler Kalkverhältnisse, an Menge so ab, daß es spärlicher wird als normal. So findet Dieterle bei Schilddrüsenaplasie die Knochenverkalkung auffallend vollkommen, was er auf die für die Schilddrüsenaplasie typische Verlangsamung des Knochenanbaues zurückführt. Darum kommt bei Kretinismus nach Kassowitz und Siegert Rachitis überhaupt nicht vor. Die Verringerung oder das Fehlen des physiologischen Osteoids bei Osteochondritis luetica führt Wieland auf gehemmten Knochenanbau bei normalen Kalkverhältnissen zurück. Nach Looser ist bei Rachitis tarda das Osteoid trotz schwerer Affektion darum wenig pathologisch vermehrt, weil die Knochenapposition überhaupt gehemmt ist.

Die bei unseren marantischen Rachitisratten erhobenen Knochenveränderungen haben eine gewisse Ähnlichkeit mit denen beim Morbus Barlow, wie sie Schmorl geschildert hat. Beiden gemeinsam ist die durch mangelhafte Osteoblastentätigkeit bedingte hochgradige Knochenatrophie, die dazu führen kann, daß die präparatorische Knorpelverkalkungsschicht ohne Dazwischenlagerung einer Spongiosa in direktem Kontakt steht mit dem Mark; ferner zuweilen eine Verbreiterung der präparatorischen Verkalkungsschicht

bedingt durch die Hemmung des vasculären Knorpelabbaues. Letztere ist aber freilich bei unseren Tieren, im Gegensatz zum Morbus Barlow, nicht dadurch bedingt, daß das zellige Mark durch fibröses ersetzt wird, das zu gefäßarm ist, um den vasculären Knorpelabbau aufrecht erhalten zu können, worin nach Schmorl sogar der Kernpunkt der Barlow'schen Knochenveränderung liegt. Auch fehlen bei unseren Ratten die für den M. Barlow so typischen Blutungen im Mark und Periost.

Weiterhin wäre in unseren Fällen an eine Knochenporose zu denken, wie sie durch kalkarme Ernährung entsteht, die sogenannte »pseudorachitische Osteoporose« von Stoeltzner. Nach Schmorl führt ferner phosphorarme aber kalkreiche Fütterung zu einer noch stärkeren Osteoporose infolge Hemmung der Osteoblastentätigkeit, wobei ein dem Barlow ähnliches Bild entsteht, aber ohne Blutungen. Zweifellos hat die Zusammensetzung der Nahrung einen großen Einfluß auf das Skelett. Die chemische Zusammensetzung des Futters unserer Versuchstiere wurde nicht bestimmt. Das Futter bestand dauernd in Weißbrot und Leitungswasser.

II. Rachitische Veränderungen der Zähne.

Tafel III und IV und Diagramm XIII bis XXIII auf Tafel IX und X.

Bei der Besprechung der rachitischen Veränderungen der Zähne und der zum Vergleich herbeigezogenen normalen Befunde der Kontrolltiere müssen wir die Backenzähne und Nagezähne getrennt für sich abhandeln. Beide Zahnformen sind nämlich voneinander grundverschieden. Die Backenzähne der Ratte verhalten sich nämlich so wie die des Menschen, haben eine Krone mit einem Schmelzüberzug und Wurzeln mit einem Cementüberzug, ändern sich, wenn sie einmal ihr Wachstum abgeschlossen haben, nicht mehr und verharren dauernd im gleichen Zustande. Die Nagezähne besitzen eine bloß auf der konvexen Seite mit Schmelz versehene Krone, während Wurzeln und Cement fehlen und zeigen das ganze Leben hindurch, etwa wie unsere Nägel, ein kontinuierliches Längenwachstum, indem sie sich an der Nagefläche abnutzen, um ein gleiches Stück aber wieder nachwachsen und so in konstanter Länge erhalten bleiben.

Unser Hauptinteresse wendet sich naturgemäß dem Kalkgehalte des Dentins und Cementes zu. Wir werden sehen, daß diese Hartgebilde, genau so wie die Knochen bei Rachitis, eine mangelhafte Verkalkung zeigen, vorausgesetzt, daß ihre Apposition zur Zeit der Rachitis erfolgt ist. Diese Appositionszeit nun ist beim Backenzahn zeitlich beschränkt, schließt zu einem gewissen Zeitpunkte ab, während sie beim Nagezahn die Dentinapposition zeitlebens kontinuierlich vor sich geht. Schon daraus ergibt sich die Notwendigkeit, beide getrennt zu besprechen.

Im großen und ganzen steht es zu erwarten, daß die Kalkverhältnisse des Zahnes sich unendlich viel einfacher gestalten und viel leichter zu überblicken sein werden, als wie die der Knochen, denn der Umbau fehlt dem Dentin vollständig und spielt im Cement auch nur eine untergeordnete Rolle, während er am Knochen mit seinem nie ruhenden An- und Abbau die klare Einsicht bedeutend erschwert. Wir stehen also beim Zahn vor einem relativ einfachen Problem. So sehen wir zum Beispiel am Dentin nur eine Appositionsfläche, die der Pulpa zugewendet ist, und nirgends Abbau. Die Untersuchung dieser einen Appositionsfläche allein gibt uns Aufschluß über die Kalkverhältnisse des Dentins.

Über das Verhalten des Schmelzes gibt unser Material fast gar keine Auskunft, weil bei der Entkalkung reifer Schmelz bekanntlich verloren geht. Wo wir es am Nagezahn aber mit pathologischem Schmelz zu tun haben und dieser im Schnitt erhalten blieb, wurde der Befund notiert.

Ich habe schon früher einmal, allerdings nur kurz, über das Verhalten der Zähne spontan rachitischer Ratten berichtet und damals schon darauf hingewiesen, daß das histologische Bild identisch ist mit jenem, das wir nach der Ek.-Exstirpation bei der Ratte zu sehen pflegen. Sogar Details, wie die Gefäßeinwachsung ins Dentin und die Spontanfrakturen infolge Kalkverarmung des Dentins, konnten bei den spontan rachitischen Tieren wiedergefunden werden und die Kalkarmut des Dentins wurde damals schon durch die Röntgenuntersuchung erhärtet.

1. Normale Backenzähne.

A. Kasuistik.

Fall 1. Die Pulpahöhle ist im allgemeinen eng, die Pulpa gegen das Dentin zu mit einem schönen Odontoblastensaum begrenzt, der gegen die Wurzelspitze defekt wird. Das Dentin ist homogen verkalkt und weist gegen die Odontoblastenreihe eine ganz schmale, unverkalkte Schicht auf, die gegen die Wurzelspitze, da wo die Odontoblastenreihe fehlt, ebenfalls abwesend ist. Die Kalkgrenze zwischen verkalktem und kalklosem Dentin ist linear scharf, ganz glatt, ausnahmsweise angedeutet globulär. Das Cement ist reichlich entwickelt. Im Anfangteil der Wurzeln bildet es, wie gewöhnlich, einen dünnen, zellenlosen, dunkelblau gefärbten Belag, der gegen die Wurzelspitze langsam dicker wird, so daß die Gesamtdicke der Wurzeln gegen die Spitze zu, trotzdem das Wurzeldentin sich verschmächtigt, nicht abnimmt, ja an der Wurzelspitze sogar eine deutliche, aber nicht starke Anschwellung entsteht, die fast nur vom Zement aufgebaut ist. Hier ist das Zement fast vollständig verkalkt, enthält mäßig viele und gleichmäßig verteilte Zellen, ausnahmsweise einmal eine Kittlinie, spärliche Gefäßkanäle und viele dicke Sharpey'sche Fasern, die gegen das violette, verkalkte Cement eine mehr rote Farbe aufweisen, aber selbst auch blaue Pünktchen und Fleckchen, namentlich gerade im Zentrum enthalten. Die Sharpey'schen Fasern stellen die direkte Fortsetzung des Alveolarperiostes dar und ziehen in der Richtung von außen nach innen, und zwar so, daß sie im Schnittbild von beiden Seiten her gegen die Wurzelspitze konvergieren. Die freie Oberfläche des Cementes tritt scharf hervor, ist glatt, oder beim schiefen Eintritt der Sharpey-schen Fasern stufig und nur selten findet man im anstoßenden Bindegewebe etliche Kalkkörnchen. An der freien Oberfläche sieht man, wie die Zellen allmählich in das Cement einbezogen werden, und zwar kann man den Vorgang in allen Stadien verfolgen. Ein Cementoblastensaum ist an der freien Oberfläche nirgends zu sehen und ein kalkloser Cementsaum nur an einer einzigen Stelle der apikalen Wurzeloberfläche. Am Kieferknochen nichts Pathologisches.

An der Stelle, wo die Wurzeln zusammenhängen, findet man zuweilen im Alveolarperiost paradentäre Epithelkeime, welche nahe der Wurzeln liegen oder sogar das Cement berühren.

In einem Backenzahn ist die gesamte Pulpa samt Odontoblasten nekrotisch und auch der Dentinoidsaum fehlt ganz. Die Ursache dieser Nekrose konnte nicht aufgedeckt werden, und zwar wohl nur darum, weil die Wurzelspitzen, in denen der Pulpakanal vielleicht obturiert war, in der Serie nicht enthalten waren. Die Dicke 1. des Kronen- und 2. Wurzeldentinoids, sowie 3. des Zementoids: [1]

1. 14 Messungen,	6·4 μ Durchschnitt,	12·5 μ Maximum,	2·5 μ Minimum.
2. 12 »	6·4 μ »	12·5 μ »	2·5 μ »
3. 1 Messung	5·0 μ »	5· μ »	5·0 μ »

* * *

Fall 2 (Fig. 1). Die Pulpahöhle (*h*) ist, namentlich im Knochenteil, schon recht eng, so daß die von der Krone und Wurzel her vorspringenden Wülste (*l*) stark einander genähert sind. Die Pulpa enthält viele Gefäße (*h*) und besitzt gegen das Dentin zu einen regelmäßigen Odontoblastenbelag (*c*), der gegen die Wurzelspitze zu Unterbrechungen aufweist (*g*). Die Hauptmasse des Zahnes wird durch das Dentin gebildet, welches homogen verkalkt ist (*a*, *a*). Gegen den Odontoblastensaum zu liegt ein sehr dünner Streifen kalklosen Dentins (*b*, *b*). Die Menge dieses Dentinoids ist gegen das kalkhaltige Dentin verschwindend gering, die Kalkgrenze zwischen beiden ist stets vollkommen glatt. Das Cement bildet an der Wurzelspitze eine stärkere Anschwellung (*d*), welche es bewirkt, daß trotz der Verschmächtigung des Dentins die Wurzel in ihrer Gesamtdicke fast bis zur Spitze unverändert bleibt oder sogar eine Endanschwellung aufweist. Hier enthält das Cement mäßig reichliche Knochenzellen in gleichmäßiger Verteilung und sparliche Gefäßkanäle. Die Sharpey'schen Fasern sind rot gefärbt und enthalten zentral blaue Fleckchen. Das Cement ist stets bis an die glatte oder leicht höckerige seitliche Oberfläche vollständig verkalkt. Nur vereinzelt, und zwar ausschließlich an der apikalen Oberfläche, begegnet man einem dünnen kalklosen Cementsaume. Die Grenze zwischen diesem Cementoid und dem kalkhaltigen Cement ist eine schmale, feinkörnige Übergangszone. Ein Cementoblastensaum fehlt. Kronenwärts wird das Cement immer dünner und überzieht in gleichmäßig dünner, zelloser, dunkelblauer, vollständig verkalkter Lage (*f*) mit angedeuteter Schichtung die

[1] Die gleiche Reihenfolge in den Angaben der Messungsresultate wird in allen folgenden Fällen eingehalten und darum bei den einzelnen Fällen nicht immer wieder angegeben.

Oberfläche des Wurzeldentins bis zu der Stelle, wo das Zahnfleischepithel (*i*) den Zahn berührt. Die Schmelzkappe ist infolge der Entkalkung abgefallen. Am Kieferknochen ist nichts Pathologisches wahrnehmbar.

1.	9	Messungen,	6·8 μ	Durchschnitt,	8 μ	Maximum,	2·5 μ Minimum.
2.	6	»	5·8 μ	»	10 μ	»	2·5 μ »
3.	6	»	7·0 μ	»	10 μ	»	5·0 μ »

* *
*

Fall 3. Die Pulpahöhle ist schon recht eng. Das Dentin zeigt eine homogene Verkalkung und gegen die Pulpahöhle zu einen schmalen Dentinoidsaum, gegen den die Kalkgrenze glatt ist. Das Cement ist an der Wurzelspitze reichlich entwickelt, bildet daselbst eine deutliche Endanschwellung, ist mäßig kernreich, arm an Gefäßkanälen und frei von Kittlinien. An der lateralen Seite reicht die Verkalkung des Cementes bis an die freie Oberfläche, die hier vielfach nicht glatt, sondern grob- und unregelmäßig wellig ist. Diese Unregelmäßigkeiten haben ihren Grund nicht etwa in lakunärem Abbau, sondern darin, daß das Cement an der Wurzelspitze durch Apposition von Schichten bald größeren bald kleineren Flächeninhaltes wächst. Hie und da sieht man an der Cementoberfläche einen schmalen Cementoidsaum, der nie an der lateralen, stets an der apikalen Oberfläche angetroffen wird und gegen das kalkhaltige Cement eine ganz schmale, feinkörnige Übergangszone aufweist. Am Kieferknochen nichts Pathologisches.

1.	11	Messungen,	8·0 μ	Durchschnitt,	12·5 μ	Maximum,	3·8 μ Minimum.
2.	9	»	7·0 μ	»	8·8 μ	»	3·8 μ »
3.	6	»	5·4 μ	»	7·5 μ	»	2·5 μ »

* *
*

Fall 4. Die Pulpahöhle ist schon so eng, daß im Kronenbereiche die in das Innere vorspringenden Dentinprominenzen der Krone und Wurzeln sich stellenweise berühren. Das Dentin ist homogen verkalkt; der dünne Dentinoidsaum ist sowohl gegen die Odontoblastenreihe als auch gegen das kalkhaltige Dentin glatt begrenzt und fehlt mitsamt dem Odontoblastenlager sowohl an der Krone als auch an den Wurzeln auf kurze Strecken ganz. Das Cement ist an der Wurzelspitze reichlich entwickelt und bildet meist sogar eine deutliche Endanschwellung. Es ist hier mäßig kernreich, arm an Gefäßkanälen und frei von Kittlinien. An der lateralen Fläche ist die Begrenzung des Cementes glatt oder mit dem schiefen Eintritt der Sharpey'schen Fasern stufig. Das Cement ist verkalkt und wie in allen normalen Fällen gegen die freie Oberfläche hin mehr blau gefärbt als in der Tiefe. Nur an drei Stellen, und zwar ausschließlich an der apikalen Oberfläche, konnte ein dünner Cementoidsaum gesehen werden, der gegen das verkalkte Zement entweder durch eine sehr schmale und sehr feinkörnige Übergangszone oder durch eine ganz scharfe Linie abgegrenzt ist.

An einer Wurzelspitze lag ein paradentärer Epithelkeim, wie er in zwei anderen Fällen an dieser Stelle gesehen, aber im Befunde nicht notiert wurde. Bei der Lokalisation an der Wurzelspitze ist der Keim nicht kugelig wie in jenen Fällen, wo er dem Anfangteil der Wurzel anliegt, sondern länglich, und im vorliegenden Falle nimmt der Keim an der äußersten Wurzelspitze gerade den Raum zwischen Dentin und Cement ein, während er in den anderen Fällen einfach im Alveolarperiost hart neben der Wurzelspitze lag. Am Kieferknochen nichts Pathologisches.

1.	11	Messungen,	5·5 μ	Durchschnitt,	15·0 μ	Maximum,	1·3 μ Minimum.
2.	10	»	6·9 μ	»	13·6 μ	»	2·5 μ
3.	3	»	6·7 μ	»	10·0 μ	»	5·0 μ

* *
*

Fall 5. Die Verkalkung des Dentins ist vollständig homogen. Das ganz dünne Dentinoid ist glatt gegen das kalkhaltige Dentin begrenzt und fehlt stellenweise sowohl in der Krone als auch in der Wurzel. Das an der Wurzelspitze reichlich entwickelte Cement bildet eine mäßige Endanschwellung, ist mäßig kernreich, arm an Gefäßkanälen und frei von Kittlinine.

Lateral ist das Cement bis an die freie Oberfläche verkalkt, die scharf hervortritt und bald glatt ist, bald mit dem schiefen Eintritt der Sharpey'schen Fasern mehr stufig wird. Das verkalkte Cement färbt sich gegen den freien Rand zu mehr blau. Die Sharpey'schen Fasern verhalten sich in Bezug auf Zahl und Verlaufsrichtung wie gewöhnlich, am Querschnitt sind sie mehr rot und enthalten blaue Pünktchen und Fleckchen oder sie sind in toto blaßblau und lassen bloß am Rande zirkulär einen ganz schmalen roten Saum erkennen. Ein ganz schmaler Cementsaum ist fast an jeder Wurzel vorhanden, aber ausschließlich an ihrer apikalen, nie an der lateralen Fläche zu finden und gegen das kalkhaltige Cement durch eine sehr schmale und sehr feinkörnige Übergangszone abgegrenzt. Der Kieferknochen zeigt ein normales Verhalten.

1.	22	Messungen,	6·1 μ	Durchschnitt,	12·5 μ	Maximum,	2·5 μ Minimum.
2.	22	»	5·5 μ	»	12·5 μ	»	2·5 μ »
3.	10	»	6·5 μ	»	10·0 μ	»	5·0 μ »

* *
*

Fall 6. Die Pulpahöhle ist ganz eng, so daß stellenweise das sich konvex in die Pulpahöhle vorbauchende Dentin der Krone von oben und der Wurzel von unten stellenweise zur Vereinigung gekommen ist. Das Dentinoid tritt gegen das homogen verkalkte Dentin stark in den Hintergrund und fehlt streckenweise im Kronen- und Wurzelbereiche. An der Wurzelspitze ist das Cement reichlich entwickelt, bildet daselbst eine mäßige Endanschwellung, ist mäßig kernreich, arm an Gefäßkanälen und frei von Kittlinien. Die laterale Außenbegrenzung ist glatt oder stufig und die oberflächlichste Schicht des kalkhaltigen Cementes mehr blau gefärbt. Ein Cementoidsaum ist nur ausnahmsweise anzutreffen, er ist stets schmal und sitzt nie an der lateralen, sondern nur an der apicalen Oberfläche und ist gegen das kalkhaltige Cement durch eine ganz schmale, feinkörnige Übergangszone abgegrenzt. Die Sharpey'schen Fasern zeigen am Querschnitt eine rote Farbe mit blauen, oft zentralen Pünktchen und Fleckchen. An einer Stelle sah man am lateralen stufigen Cementrande in geringer, gleichmäßiger Entfernung von demselben eine ausgesprochene Palissade von Cementoblasten, die schräg über die Faserrichtung des Alveolarperiostes lief. Der Kieferknochen bietet nichts besonderes.

1.	18	Messungen,	4·9 μ	Durchschnitt,	7·5 μ	Maximum,	2·5 μ Minimum.
2.	18	»	4·4 μ	»	7·5 μ	»	2·5 μ »
3.	3	»	7·5 μ	»	10·0 μ	»	5· μ »

* *
*

Fall 7. Die Pulpahöhle ist schon eng. Das Dentin ist homogen verkalkt. Das Dentinoid bildet nur einen ganz schmalen Saum, fehlt an mehreren Stellen, namentlich der Wurzeln, samt dem Odontoblastensaume und zeigt gegen das kalkhaltige Dentin eine ganz glatte Grenze. Das reichlich entwickelte Cement bildet an der Wurzelspitze eine deutliche Endanschwellung, ist mäßig kernreich, enthält nur spärliche und, wie immer bei normalen Fällen, enge Gefäßkanäle und vereinzelt auch Kittlinien, die keine lakunären Formen besitzen und bloß zeitweilige Unterbrechungen des Anbaues anzeigen. Die Oberfläche des Cementes ist glatt, oder, wie am lateralen Rande, stufig und die Randpartie stärker blau gefärbt. Die Sharpey'schen Fasern sind rot und enthalten viele blaue Fleckchen, die an Schrägschnitten beim Drehen der Mikrometerschraube ihren Platz wechseln und damit zeigen, daß es sich nicht um punktförmige, sondern um strichförmige, zur Faserrichtung parallele Gebilde handelt. An manchen, aber nicht allen Wurzeln sah man, und zwar nur an der apikalen Oberfläche, einen schmalen Cementoidsaum, der mittels einer schmalen, feinkörnigen Übergangszone mit dem kalkhaltigen Cement in Verbindung stand. An einer Wurzel sah man ferner auch die Innenwand einiger Gefäßkanälchen mit Cementoid ausgekleidet, das gegen das übrige Cement durch eine feinkörnige Übergangszone, einmal durch eine Kittlinie abgegrenzt war. Am Kieferknochen nichts Bemerkenswertes.

1.	21	Messungen,	6·8 μ	Durchschnitt,	10·0 μ	Maximum,	2·5 μ Minimum.
2.	20	»	7·1 μ	»	12·5 μ	»	2·5 μ »
3.	34	»	5·3 μ	»	10·0 μ	»	2·5 μ »

*
* *

Fall 8. Die Pulpahöhle ist schon, namentlich im Kronenbereiche, sehr eng. Das homogen verkalkte, weit überwiegende Dentin zeigt gegen das ganz dünne Dentinoid eine glatte oder leicht globuläre Begrenzung. Das Cement bildet an der Wurzelspitze eine mäßige Endanschwellung, enthält nur mäßig viele Zellen, wenige und enge Gefäßkanäle, hie und da auch eine Kittlinie. Die Randzone ist dunkler blau gefärbt, die laterale Oberfläche glatt oder etwas stufig. Am Querschnitt sieht man in den Sharpey'schen Fasern viele blaue Fleckchen. Ein Cementoidsaum findet sich nur an manchen Wurzeln, sitzt ausschließlich an der apikalen Oberfläche, ist schmal und mittels einer ganz schmalen, feinkörnigen Übergangszone mit dem kalkhaltigen Cement verbunden. Der Kieferknochen ohne pathologischen Befund.

1.	17	Messungen,	6·9 μ	Durchschnitt,	12·0 μ	Maximum,	2·5 μ Minimum.
2.	17	»	4·9 μ	»	10·0 μ	»	2·5 μ »
3.	8	»	4·5 μ	»	7·5 μ	»	2·5 μ »

B. Das histologische Bild der normalen Backenzähne.

Ein Blick auf die einen normalen Backenzahn darstellende Fig. 1 zeigt uns, daß das Dentin (*a*, *a*) die Hauptmasse des Zahnes bildet, während das Cement (*d*, *f*) an Menge stark zurücktritt. Der Schmelzüberzug der Krone ist durch Entkalkung verloren gegangen, so daß das Dentin scheinbar an der ganzen Oberfläche nackt zutage liegt. Doch zeigt uns der Abstand des Kronendentins vom Epithelüberzug des Zahnfleisches (*i*) ungefähr, wie dick der Schmelz gewesen sein dürfte.

In allen unseren Fällen war die mit einer engen Öffnung (*k*) an der Wurzelspitze mündende Pulpahöhle (*h*) recht eng, namentlich im Kronenbereiche, wo sich die in die Pulpahöhle vorspringenden Vorwölbungen des Kronen- und Wurzeldentins (*l*) stark einander nähern und schon fast berühren. Bei jüngeren Tieren, als wie wir sie in die Gruppe unserer normalen Kontrolltiere aufgenommen haben, findet man noch geraume Zeit nach Durchbruch der Krone die Pulpahöhle sehr geräumig und mit sehr weiter Öffnung an der Wurzelspitze münden. Das lockere Zellgewebe der Pulpa enthält meist gut gefüllte Gefäße und ist gegen das Dentin zu mit einer gut ausgeprägten Odontoblastenreihe ausgestattet (*c*, *c*), die nur sehr selten und auf kurze Strecken in der Wurzel und Krone, noch eher in der ersteren, unterbrochen sein kann (*g*).

Das Dentin ist in seiner weit überwiegenden Menge vollständig homogen verkalkt (*a*, *a*). Irgendwelche Unregelmäßigkeiten der Verkalkung sind nicht nachweisbar. Gegen die Odontoblastenreihe hin ist im Bereiche sowohl der Krone als auch der Wurzel ein schmaler Saum unverkalkten Dentins nachweisbar. Dieser Dentinoidsaum (*b*, *b*) ist an Menge gegen das verkalkte Dentin verschwindend gering, kann sogar auf kurze Strecken der Krone und Wurzel ganz fehlen, was dort der Fall ist, wo auch die Odontoblastenreihe unterbrochen ist (*g*). Über die Dickenmasse des Dentinoids soll später im Zusammenhang mit dem Cementoid die Rede sein. Die Kalkgrenze zwischen dem verkalkten Dentin und dem Dentinoid ist linear scharf, ganz glatt und nur ausnahmsweise angedeutet globulär, das heißt die Kalkgrenze springt gegen das Dentinoid mit ganz flach konvexen Höckern vor.

Das Cement beginnt am Schmelzrande und überzieht die ganze Wurzeloberfläche. Ähnlich wie beim menschlichen Zahn bildet das Cement am Anfangteil der Wurzel eine dünne, zellenlose Schicht (*f*), welche auf eine lange Strecke gleich dünn bleibt, oft deutlich geschichtet ist, und bei der gewöhnlichen Färbung so dunkel wird, daß Strukturdetails nicht gut wahrnehmbar sind. Gegen die Wurzelspitze hin nimmt aber das Cement rasch an Dicke zu, wird mit Knochenzellen ausgestattet und spielt hier quantitativ eine größere Rolle als beim Menschenzahn, so daß trotz der raschen Dickenabnahme des Dentins gegen das Wurzelende dieses, nicht wie beim Menschen spitz zuläuft, sondern in gleicher Dicke bis fast ans Ende fortzieht oder sogar eine mäßige Endanschwellung aufweist (*d*). Diese Endanschwellung ist also der Hauptsache nach aus Cement aufgebaut. In Fig. 1 sieht man, wie, in Anpassung an diese Wurzelform, auch die die Wurzel aufnehmende Alveole des Kieferknochens gegen ihr blindes Ende eine Ausweitung aufweist. In der Endanschwellung sind die Knochenzellen des Cementes mäßig zahlreich und

ungefähr gleichmäßig verteilt. Gefäßkanäle sind stets vorhanden, aber sie sind spärlich und eng. Kittlinien finden sich nur ganz ausnahmsweise.

Sharpey'sche Fasern sind im Cement in sehr großer Anzahl vorhanden, sind dick und verlaufen derart in schräger Richtung, daß sie, in dem Maße, als sie von der Tiefe gegen die freie Oberfläche hinstreben, sich auch von der Wurzelspitze kronenwärts entfernen. Im Schnittbilde konvergieren die Fasern der gegenüberliegenden Seiten gegen die Wurzelspitze hin. Nachdem die Sharpey'schen Fasern das Cement an der Wurzeloberfläche verlassen haben, ziehen sie, ohne ihre Richtung zu ändern, in der Wurzelhaut als Fibrillenbündel des Alveolarperiostes weiter (*k*), an denen die Zahnwurzel in die Alveole hineingehängt ist. An Querschnitten durch Sharpey'sche Fasern sieht man, daß diese im Gegensatz zur verkalkten, mehr violetten Grundsubstanz eine rote Farbe annehmen, also wohl kalklos sein dürften, so weit man das an in Salpetersäure entkalktem Material sagen kann. An Querschnitten sieht man ferner in der Sharpey'schen Faser zentral blaßblaue Pünktchen und Fleckchen, welche an Schrägschnitten beim Drehen an der Mikrometerschraube scheinbar ihren Platz wechseln, ein Zeichen, daß diese blauen Pünktchen bloß Quer- und Schrägschnitte von in der Faser verlaufenden Streifen sind. Ob dies strichförmige Verkalkungen der Fasern sind, läßt sich bei der angewandten Entkalkungsmethode wieder nicht mit Sicherheit behaupten. Nur im Falle 6 sah man die Sharpey'schen Fasern am Querschnitt bis auf einen schmalen roten Randsaum in toto blaßblau gefärbt. Dies war auch der einzige Fall, in dem an der lateralen Wurzelfläche an einer Stelle eine Palissade von Cementoblasten beobachtet werden konnte.

Das Wachstum des Cementes haben wir uns in folgender Weise vorzustellen. Unter normalen Umständen erfolgt die Apposition des Cementes nur an der apikalen Wurzelfläche, nicht an den Seitenflächen der Wurzel. Die Apposition geschieht Schicht für Schicht, doch sind innerhalb des Cementes in der Regel keinerlei Schichtgrenzen wahrnehmbar. Bloß im Falle 7 war eine Andeutung davon zu sehen. Wenn eine Endanschwellung zustande kommen soll, so kann das nur durch Apposition von Schichten mit immer größerem Flächeninhalt erfolgen.

An der lateralen Oberfläche des Cementes im Bereiche der Endanschwellung kann man folgende Beobachtungen machen. Hier liegt das kalkhaltige Cement stets frei und ist niemals von kalklosem Cement bedeckt, welches ein Zeichen vor sich gehender Apposition wäre. Die freie Cementoberfläche tritt stets scharf hervor und ist bald glatt, bald unregelmäßig. Sind die Unregelmäßigkeiten mehr grob, so haben sie darin ihren Grund, daß die übereinandergelegten Cementschichten von bald größerem bald kleinerem Flächeninhalt sind. In den meisten Fällen sieht man aber stellenweise eine stufige Gestaltung der Cementoberfläche, die so zustande kommt, daß die Schichtränder dachziegelförmig übereinanderliegen. Gerade an diesem stufigen Rande treten die Sharpey'schen Fasern schief in das Cement ein.

Das Cement ist fast ganz verkalkt, von violetter Farbe, mit mehr blauer Färbung der Randpartien. Kalkloses Cement, Cementoid, findet sich nur da, wo Apposition erfolgt, und zwar in ganz dünner Schicht ausschließlich an der apikalen Oberfläche und nur in einer Wurzel des Falles 7, außerdem noch an der Innenfläche einiger Gefäßkanäle. Das Nähere über die Dicke der Cementoidschicht folgt weiter unten. Die Häufigkeit des Cementoides ist sehr wechselnd, im ganzen gering. Im Falle 5 war es fast an jeder Wurzel zu finden. In den Fällen 7 und 8 nur an manchen Wurzeln, im Falle 3 nur hie und da, im Falle 2 vereinzelt, im Falle 6 ausnahmsweise, im Falle 4 an drei, im Falle 1 gar nur an einer Stelle. Vermißt wurde es in keinem Falle. An der Grenze zwischen dem kalkhaltigen und kalkfreien Cement liegt, ähnlich wie im normalen Knochen, konstant eine ganz schmale und sehr feinkörnige Übergangszone.

Zur richtigen Beurteilung der Kalkverhältnisse im rachitischen Zahn ist es unerläßlich, die des normalen Zahnes genau kennen zu lernen. Im Diagramm XIII, Tafel IX sind die Dickenmaße des Kronendentinoids, im Diagramm XIV die des Wurzeldentinoids und im Diagramm XV die des Cementoids unserer normalen Kontrolltiere zusammengestellt. Es ist daraus zu ersehen, daß die durchschnittliche Dicke des Kronendentinoids sich zwischen 4·9 und 8 μ bewegt, die des Wurzeldentinoids zwischen 4·4 und 7·1 μ, die des Cementoids zwischen 4·5 und 7·5 μ. Diese Maßreihen können als einander ganz ähnlich, ja als fast identisch bezeichnet werden. In allen drei Reihen ist das höchste Durchschnittsmaß nicht ganz zwei-

mal so groß als das kleinste. Die Schwankungen im Einzelfalle, das heißt der Unterschied zwischen Durchschnitt, Maximum und Minimum des Einzelfalles ist am Cementoid deutlich geringer als am Dentinoid.

Ein Vergleich zwischen der Dentinoiddicke in der Krone und Wurzel im Einzellfall ergibt, daß sie in der Krone in fünf Fällen dicker war als in der Wurzel, zweimal umgekehrt in der Wurzel dicker als in der Krone, einmal in beiden gleich. Wenn wir die Dicke des kalklosen Saumes in Krone, Wurzel und Cement in jedem Falle nebeneinander stellen und nach ihrer Größe mit 1, 2, 3 bezeichnen, so können wir uns überzeugen, daß Krone, Wurzel und Cement in bezug auf die Dicke des kalklosen Saumes gleich häufig an erster Stelle stehen. Es gelingt also in normalen Fällen nicht, irgend welche auffallenden Unterschiede des kalklosen Saumes der drei Lokalisationen nachzuweisen. Bei Rachitis, wie wir später hören werden, ist das anders. Vergleichen wir die Kalkverhältnisse des normalen Backenzahnes (Diagramm XIII, XIV, XV) mit den der normalen Rippen (Diagramm X und XI), so sehen wir, daß in letzteren der kalklose Saum durchschnittlich etwas, aber nicht erheblich, schmäler gefunden wurde als in den Zähnen.

Bevor wir die Besprechung der normalen Verhältnisse abschließen, sei noch bemerkt, daß am Kieferknochen niemals irgendwelche pathologische Veränderungen beobachtet werden konnten. Hingegen wurde die Pulpa eines Backenzahnes (Fall 1) nekrotisch gefunden; die Ursache dieser Nekrose konnte vielleicht deshalb nicht festgestellt werden, weil der Zahn nicht vollständig in der Serie enthalten war.

Endlich ist zu erwähnen, daß in der Umgebung der Wurzeln bei der Ratte gar nicht so selten, die von Malassez beschriebenen paradentären Epithelkeime nachweisbar sind, welche liegengebliebene Reste der epithelialen Schmelzanlage darstellen. Sie liegen im Alvolearperiost, aber im engsten Anschluß an die Wurzeln, meist da, wo die Wurzeln mit einander zusammenhängen, oder an der Wurzelspitze. An ersterer Stelle sind sie von mehr kugeliger Gestalt und können sogar in eine dellenförmige Vertiefung des dünnen Cementes eingelagert sein, welches an dieser Stelle infolge der Anwesenheit des Keimes in seiner Bildung behindert war (Fig. 8 *g*, 6 *i*). An der Wurzelspitze pflegen die Keime langgestreckt zu sein, ungefähr parallel zur Wurzel zu liegen, ihrer Oberfläche angeschmiegt; in einem Falle (4) lag der Keim sogar in einer zwischen Dentin und Cement ausgesparten Höhle.

2. Rachitische Backenzähne.

A. Kasuistik.

Fall 9 (Fig. 2, 3). Die Pulpahöhle (*P*) ist noch sehr weit, was für das geringe Alter des Tieres sehr charakteristisch ist, und enthält eine, an weiten Gefäßen (*f*) reiche Pulpa, die mit einem Odontoblastensaum (*e*) gegen das Dentin zu abschließt. Das Dentin ist zum größeren Teil homogen verkalkt (*a*), doch ist der der Odontoblastenreihe anliegende Dentinoidsaum in hohem Grade pathologisch verbreitert (*b*, *c*, *d*). Im Kronenbereiche wachsen manchmal Odontoblasten in ihn ein und in einer Wurzel sah man ein ins Dentin eingewachsenes Gefäß mit einem breiten kalklosen Dentinhof. Diese Verbreiterung des Dentinoids ist in der Krone (*b*) geringer als in der Wurzel (*d*), und hier wieder da am bedeutendsten, wo die Wurzeln miteinander zusammenhängen (*c*). Hier kann das Dentinoid beinahe (Fig. 3) oder sogar mehr als die Hälfte der ganzen Dentindicke ausmachen (Fig. 2), das heißt der kalkhaltige Teil ist dünner als der kalklose. Die Kalkgrenze zwischen beiden ist bald ebenso linear scharf, wie unter normalen Umständen (Fig. 2 *c*), bald liegen an der Kalkgrenze im kalklosen Gebiete isolierte und konfluierende, kalkhaltige Dentinkugeln (*d*). Indem diese mit dem übrigen kalkhaltigen Dentin verschmelzen, entsteht, namentlich in der Wurzel, eine ganz unregelmäßig globuläre Kalkgrenze (Fig. 2, 3). Das Cement ist in gewöhnlicher Richtung von zahlreichen Sharpey'schen Fasern durchzogen, bildet an der Wurzelspitze (Fig. 3 *k*—*C*) eine mäßige Endanschwellung, die bald stark bald gering ausgesprochen ist, bald zum größeren bald zum kleineren Teile kalklos ist (Fig. 3 *k*—*C*), und ausnahmsweise noch fehlt. Das Cementoid fehlt nur selten, liegt nicht nur an der apikalen, sondern oft in gleicher Dicke auch an der lateralen Wurzelfläche, ist an ersterer Stelle mittels einer breiten, grobkörnigen Übergangszone mit dem kalkhaltigen Cement verbunden, an letzterer Stelle aber meist durch eine

noch kurze Kittlinie scharf von ihm getrennt. Im kalkhaltigen Teil selbst sind Kittlinien aber selten. Die Grenze des Cementoids gegen das Alveolarperiost ist zackig, denn ganze, oft breite Züge von Zellen ziehen in das Cementoid hinein. Im Gegensatz zu den allermeisten anderen Fällen ist die Dicke des Cementoids geringer als die des Dentinoids, hat auch absolut noch eine geringe Mächtigkeit und tritt gegen das kalkhaltige Cement an Menge weit zurück. Im Kieferknochen finden sich zahlreiche, aber schmale Osteoidsäume.

Die Verschiedenheit in der Verteilung kalkloser Apposition zwischen Krone und Wurzel, zwischen verschiedenen Teilen der letzteren und zwischen Dentin und Cement wird im Allgemeinen Teil zur Sprache kommen.

1.	28	Messungen,	26 μ	Durchschnitt,	48 μ	Maximum,	8 μ Minimum.
2.	27	»	61 μ	»	96 μ	»	16 μ »
3.	13	»	30 μ	»	48 μ	»	16 μ »

* *
*

Fall 10. Sowie im normalen Zahn, so tritt auch hier das Dentinoid an Menge bei weitem gegen das kalkhaltige Dentin zurück. Es überschreitet in der Krone durchschnittlich die normalen Maße gar nicht, in der Wurzel nur ein klein wenig und fehlt an vielen Stellen der Krone und Wurzel überhaupt ganz. Das Cement ist in seiner Menge nicht bedeutend, so daß es an der Wurzelspitze keine Endanschwellung erzeugt, sondern bloß dazu ausreicht, die Wurzeldicke trotz der Verjüngung des Dentins bis nahe an die Spitze in gleicher Dicke zu erhalten. Im Cement sind Kittlinien nur selten anzutreffen. Die Sharpey'schen Fasern erscheinen auf dem Querschnitt rot und kalklos und treten darum im kalkhaltigen Cement besonders deutlich hervor. Das Cementoid ist erheblich, aber nicht maximal verdickt, fast nur an der apicalen, sehr wenig noch an der lateralen Oberfläche anzutreffen, kernarm, nach außen meist glatt, selten zackig begrenzt, mittels einer breiten, grobkörnigen Übergangszone mit dem kalkhaltigen Cement verbunden und oft von einer Palisade kubischer Cementoblasten umsäumt. Im Kieferknochen sind die Osteoidsäume schmal und nicht überall nachweisbar.

1.	21	Messungen,	7·6 μ	Durchschnitt,	15·0 μ	Maximum,	2·5 μ Minimum.
2.	16	»	7·5 μ	»	12·5 μ	»	3·8 μ »
3.	22	»	77·1 μ	k	16·0 μ	»	16·0 μ »

* *
*

Fall 11. Ähnlich wie im normalen Zahn tritt das Dentinoid gegen das homogen verkalkte Dentin an Menge weit zurück, denn es ist gegen die Norm nur unerheblich verbreitert. An der Kalkgrenze sind im Wurzelbereiche große, aber spärliche, isolierte Dentinkugeln zu sehen. Im Kronenbereiche findet man tief ins Dentinoid eingewachsene Odontoblasten. Die Grenze des Dentinoids gegen die Pulpahöhle ist manchmal höckerig und über dem Gipfel der Höcker fehlen manchmal die Odontoblasten ganz. Das Cement bildet an der Wurzelspitze meist eine ganz deutliche Endanschwellung, welche zum größten Teil verkalkt ist, wenn auch der Cementoidsaum von sehr bedeutender Dicke ist. Im kalkhaltigen Cement findet sich manchmal eine Kittlinie, öfter Gefäßkanäle, aber auch verzweigte Resorptionsräume, welche sogar noch Odontoklasten enthalten und sich in das Cementoid einerseits, ins kalkhaltige Dentin andrerseits hineinerstrecken können. Zuweilen sind aber diese Räume wieder mit Cementoid ausgekleidet, das durch eine Kittlinie gegen das kalkhaltige Cement abgegrenzt ist. Das Cementoid ist auffallend zellarm, oft sogar fast zellos, der Hauptmasse nach an der apikalen Oberfläche gelegen und hier vermittels einer breiten, grobkörnigen Übergangszone mit dem kalkhaltigen Cement verbunden. An der lateralen Wurzeloberfläche liegt weniger Cementoid, das hier durch eine Kittlinie vom kalkhaltigen Cement abgegrenzt ist. Wie in allen Rachitisfällen, so weist auch hier das kronenwärts gelegene dünne Cement normale Verhältnisse auf, insbesondere ist es stets vollständig verkalkt. Im Kieferknochen sind Osteoidsäume überall zu sehen.

1.	16	Messungen,	12·2 μ	Durchschnitt,	25 μ	Maximum,	5 μ Minimum.
2.	13	»	10·0 μ	»	15 μ	»	5 μ »
3.	20	»	81·6 μ	»	160 μ	»	32 μ »

* *
*

Fall 12 (Fig. 4). Der kalkhaltige Teil des Dentins ($k+D$) ist von normalem Aussehen und überragt das Dentinoid bedeutend an Menge, das nur unerheblich verdickt ist ($k-D$) und in der Figur einen normalen Eindruck macht. Die Entwicklung des Cementes ist sehr wechselnd; bald ist es so spärlich, daß die Wurzel spitz endet, wobei es auch noch fast ganz verkalkt sein kann, bald ist es viel reichlicher und erzeugt an der Wurzelspitze eine verschieden dicke, sogar bedeutende Endanschwellung, die zur Hälfte ($k-C$) oder fast ganz kalklos sein kann. Das Cementoid liegt stets auf dem kalkhaltigen Cement, niemals direkt auf dem Dentin und oft der Hauptsache nach an der apikalen, viel weniger auf der lateralen Wurzelfläche (Fig. 4). An letzterer Stelle sind das kalkhaltige Cement alter Bauperiode und das kalklose neuer Bauperiode durch eine scharfe Kittlinie voneinander getrennt, an ersterer Stelle vermittels einer breiten, körnigen Übergangszone miteinander verbunden. Dabei sind die groben, ovalen Kalkkörner mit ihrer Längsachse parallel zur Richtung der Sharpey'schen Fasern orientiert, die in typischer Richtung und reichlicher Menge vorliegen. Im kalklosen Cement sind die Knochenzellen etwas spärlicher als im kalkhaltigen und zum Teil nekrotisch, was wohl Quetschungseffekt dieses massigen, weichen Gewebes sein dürfte, entstanden durch Bewegungen des Zahnes. Im Kieferknochen sind Osteoidsäume an auffallend vielen Balken, doch nur in geringer Dicke vorhanden.

1.	14	Messungen,	11·6 μ	Durchschnitt,	25·0 μ	Maximum,	5·0 μ Minimum.
2.	15	»	11·2 μ	»	22·5 μ	»	7·5 μ »
3.	21	»	81·0 μ	»	272·0 μ	»	16·0 μ »

* * *

Fall 13. Das Dentinoid tritt dem homogen verkalkten Dentin gegenüber nicht mehr so stark in den Hintergrund, wiewohl es nur einen kleinen Teil des gesamten Dentins ausmacht. Es ist erheblich gegen die Norm verdickt, und, wie zumeist, in der Wurzel mehr als in der Krone. In letzterer kommt es gelegentlich vor, daß Odontoblasten ins Dentinoid einwachsen. An der Kalkgrenze kommen im Wurzelbereiche isoliert im Dentinoid liegende Dentinkugeln vor. Das Cement ist reichlich entwickelt und bildet an der Wurzelspitze stets eine Endanschwellung, die, bald gering, bald stark ausgesprochen und von zahlreichen Sharpey'schen Fasern in der gewöhnlichen Richtung durchzogen ist. Kittlinien sind nur selten anzutreffen, öfter Gefäßkanäle, die mit Cementoid ausgekleidet sind, das vom kalkhaltigen Cement durch eine Kittlinie scharf abgegrenzt ist. Das Cement ist bald zum kleinen, bald zum größeren Teil kalklos. Das Cementoid ist gegen die Norm beträchtlich vermehrt, besonders kernarm, stellenweise fast kernlos, und liegt der Seitenfläche der Wurzel oft in gleicher Dicke auf wie an der apikalen Fläche. An ersterer Stelle ist das Cementoid vom kalkhaltigen Cement durch eine Kittlinie scharf abgegrenzt, an letzterer mittels einer breiten, grobkörnigen Übergangszone mit ihm verbunden. Im Kieferknochen gibt es nur wenig Osteoidsäume.

1.	20	Messungen,	30·0 μ	Durchschnitt,	50·0 μ	Maximum,	17·5 μ Minimum.
2.	19	»	32·8 μ	»	57·5 μ	»	12·5 μ »
3.	18	»	81·8 μ	»	192·0 μ	»	48·0 μ »

* * *

Fall 14 (Fig. 5). Das Dentinoid (*a*) ist gegen die Norm nur unerheblich verdickt, so daß es in der Figur das Normalmaß noch nicht zu übersteigen scheint. Es kann auch auf lange Strecken der Krone und Wurzeln ganz fehlen (*c*). Das Cement (*d*) ist in typischer Richtung von zahlreichen Sharpey'schen Fasern durchzogen (in der Figur an der Streifung bei *e* und *h* zu erkennen) und bildet an der Wurzelspitze eine mächtige Endanschwellung, für die, wie die lakunäre Resorptionsfläche der knöchernen Alveolarwand bei *g* zeigt, erst Platz geschaffen werden mußte. Daß der Aufbau des Cementes nicht durchwegs kontinuierlich erfolgte, erkennt man an der Kittlinie *f*, welche die dem Dentin (*b*) angelagerte, zylindrische Cementmasse alter Bauperiode (*i*), die im Bilde einen helleren Farbenton aufweist aber gut verkalkt ist, vom Cement neuer Bauperiode abgrenzt, welches in den tieferen Schichten (*d*) schon verkalkt, in den obersten aber (*e*) kalklos ist. Diese Cementoidschicht (*e*) ist deutlich, aber nicht sehr hochgradig gegen die Norm verdickt, kernärmer als das kalkhaltige Cement (*d*), mit dem es vermittels einer breiten, krümeligen Übergangszone verbunden ist. Wir haben also hier den ungewöhnlichen Fall, in dem nicht nur an der apikalen, sondern auch an der lateralen Wurzelfläche das Cementoid eine körnige Übergangszone aufweist. Die Ursache ist einfach die, daß das Cement neuer Bauperiode, das

vom alten Cement seitlich wohl durch eine Kittlinie abgegrenzt ist, zum Teil schon Kalk aufgenommen hat (*d*) und in der Verkalkung fortschreitet. Im Kieferknochen gibt es viel Osteoid, am meisten am Gipfel der Alveolarsepten und an der Innenwand der Alveolen.

1.	19	Messungen,	13·0 μ	Durchmesser,	17·5 μ	Maximum,	7·5 μ Minimum.
2.	25	»	8·9 μ	»	17·5 μ	»	5·0 μ »
3.	29	»	57·3 μ	»	112·0 μ	»	16·0 μ »

* *
*

Fall 15. Das Dentinoid ist deutlich aber mäßig gegen die Norm verdickt und, wie zumeist, in der Wurzel etwas dicker als in der Krone. Gegen die Wurzelspitze fehlt es oft, in der Krone ist es manchmal von Odontoblasten durchwachsen. Das Cement ist bald gering entwickelt und bildet gar keine, bald ist es reichlicher und bildet eine deutliche aber mäßige Endanschwellung. Es ist stets zum größeren, oft zum weitaus größten Teile verkalkt, trotzdem ist das Cementoid in erheblichem Grade pathologisch verdickt, dabei enorm zellarm, fast zellos, hie und da von einem Gefäß durchwachsen. An der breiten, grobkörnigen Kalkgrenze liegen die isolierten, großen, ovalen Kalkkörner mit ihrer Längsachse parallel zu den Sharpey'schen Fasern, welche massenhaft vorliegen und in der gewöhnlichen Richtung verlaufen. Das kalkhaltige Cement weist viele Gefäßkanäle auf, aber auch nicht selten tiefe, mit Bindegewebe erfüllte Resorptionsbuchten und endlich 2 bis 3 Kittlinien von schubweisen Wachstumsperioden. Im Kieferknochen finden sich allenthalben Osteoidsäume, die dicksten am Gipfel der Alveolarsepta.

1.	13	Messungen,	11·5 μ	Durchschnitt,	30 μ	Maximum,	5·0 μ Minimum.
2.	10	»	12·8 μ	»	20 μ	»	7·5 μ »
3.	18	»	76·0 μ	»	208 μ	»	16·0 μ »

* *
*

Fall 16 (Fig. 6). Die durchschnittliche Dicke des Dentinoids überschreitet in der Krone die normale Grenze gar nicht, in der Wurzel (*b*) nur spurenweise, so daß in der Figur der Kalkgehalt des Dentins normal erscheint. Auf eine lange Strecke (*c*) kann das Dentinoid so wie in normalen Fällen ganz fehlen. Trotzdem das Cement (*d*) reichlich entwickelt ist, bildet es an der Wurzelspitze entweder gar keine oder nur eine geringe Endanschwellung. Das Cement ist zum größten Teile gut verkalkt (*d*), enthält oft Kittlinien, liegt zum größten Teil von Cementoid unbedeckt, zum Teil mit lakunären Resorptionslinien bloß (*h*). Die massenhaften Sharpey'schen Fasern sind am Querschnitt rot, mit vielen blauen Fleckchen. Auch im Cementoid sieht man die Sharney'schen Fasern, denn sie sind dunkler rot als dieses. Das Cementoid ist ansehnlich, aber nicht maximal verdickt (*e*) und kann noch viel dicker sein als in der Fig. 6. Es sitzt fast ausschließlich an der Wurzelspitze (*e*), sehr wenig an der seitlichen Wurzeloberfläche, hat nach außen meist eine glatte, selten eine zackige Begrenzung, ist sehr kernarm und gegen das kalkhaltige Cement meist durch eine scharfe Linie abgegrenzt, wie das im Dentin zu sein pflegt. Selten ist die Kalkgrenze eine schmale, feinkörnige Übergangszone. Im Kieferknochen gibt es viele breite Osteoidsäume (*f*), welche am dicksten sind am Gipfel der Alveolarsepta (*g*) und am Alveolarrand.

1.	33	Messungen.	7·6 μ	Durchschnitt,	15 μ	Maximum,	2·5 μ Minimum.
2.	24	»	7·7 μ	»	15 μ	»	2·5 μ »
3.	31	»	65·5 μ	»	128 μ	»	8·0 μ »

* *
*

Fall 17. Das Dentinoid ist in sehr ausgesprochenem Grade aber nicht maximal pathologisch verdickt, wie gewöhnlich in der Wurzel dicker als in der Krone und in der Wurzel wieder da am dicksten, wo sie mit einer anderen Wurzel zusammenhängt. An der Grenze zwischen dem Dentinoid und dem homogen verkalkten Dentin findet man nur selten isolierte Dentinkugeln. Das Cement ist nicht besonders reichlich entwickelt, bildet an der Wurzelspitze höchstens eine ganz geringfügige Endanschwellung, welche stets zum größeren Teil verkalkt ist. Die sehr zahlreichen dicken und dicht zusammenliegenden Sharpey'schen Fasern sind am Querschnitt rot gefärbt und fallen darum im kalkhaltigen Cement

viel mehr auf als im gleich gefärbten kalklosen. Kittlinien sind nur selten anzutreffen. An der lateralen Oberfläche liegt das kalkhaltige Cement sehr oft mit lakunär angenagter Oberfläche frei und auch im Bereiche des dünnen Cementes, also im Anfangteil der Wurzeln, findet man auffallend häufig tiefe Lakunen, die bis in das Dentin hineinreichen und nur selten noch einen Odontoklasten aufweisen, zumeist schon mit Bindegewebe ausgefüllt sind. Das Cementoid ist auffallend zellarm, erheblich, aber nicht maximal verdickt, liegt mit seiner Hauptmasse an der apicalen Wurzelfläche und ist hier mittels einer breiten, aber nicht sehr grobkörnigen Übergangszone mit dem kalkhaltigen Cement verbunden, während es an der lateralen Oberfläche nur in dünner Schicht liegt und hier meist durch eine Kittlinie vom kalkhaltigen Cement abgegrenzt ist. Im Kieferknochen sind Osteoidsäume zahlreich aber mäßig breit. Besonders breit sind sie an der Innenfläche der Zahnalveolen und dem Gipfel der Alveolarsepta.

1.	23	Messungen,	17·4 μ	Durchschnitt,	32·5 μ	Maximum,	7·5 μ Minimum.
2.	23	»	21·8 μ	»	78·0 μ	»	7·5 μ »
3.	26	»	71·0 μ	»	160·0 μ	»	32·0 μ »

* * *

Fall 18. Das Dentinoid ist sehr erheblich, fast maximal verbreitert, an der Wurzel wie gewöhnlich dicker als an der Krone und an ersterer Stelle am stärksten da entwickelt, wo die Wurzeln miteinander zusammenhängen. Isolierte Dentinkugeln sind an der Kalkgrenze nicht selten, ebenso auch Einwachsungen von Odontoblasten ins Dentinoid. Das Cement ist gut entwickelt und erzeugt an der Wurzelspitze stets eine Endanschwellung, die bald stärker bald schwächer ausgebildet und zur Hälfte oder zum größeren Teil kalklos ist. Im kalkhaltigen Teil finden sich Resorptionshöhlen, die zum Teil schon wieder durch kalkloses Cement ausgekleidet sind, wobei eine Kittlinie das alte kalkhaltige vom neuen kalklosen scheidet. Das Cementoid ist so mächtig entwickelt, daß es nur gegen den Fall 19 zurücksteht. Es hat gegen das Bindegewebe hin eine bald glatte, bald stark zackige Oberfläche, sitzt vorwiegend an der apikalen, weniger an der lateralen Oberfläche und ist an ersterer Stelle mittels einer sehr breiten, aber nicht sehr grobkörnigen Übergangszone mit dem kalkhaltigen Cement verbunden, an letzterer Stelle aber durch eine Kittlinie von ihm getrennt.

An mehreren Wurzeln, dort wo sie zusammenhängen, oder nicht weit von dieser Stelle, findet man Spontanfrakturen. Stets ist die hier dünne Cementlage und der kalkhaltige Teil des Dentins zerbrochen und das Dentinoid samt der Pulpa halten die Kontinuität des Zahnes aufrecht. Das Dentinoid ist dann meist stark verdickt und entweder von Odontoblasten durchwachsen oder von so vielen Gefäßen durchzogen, daß es förmlich wie eine Spongiosa aussieht. Die Bruchfläche des Cementes und des kalkhaltigen Dentins ist lakunär angenagt und der Defekt mit Bindegewebe gefüllt, oder aber sogar schon mit verkalktem Cement. Im Kieferknochen sind die Osteoidsäume in ansehnlicher Zahl und Dicke anzutreffen.

1.	30	Messungen,	34·9 μ	Durchschnitt,	64 μ	Maximum,	16 μ Minimum.
2.	31	»	61·0 μ	»	144 μ	»	16 μ »
3.	22	»	102·0 μ	»	192 μ	»	16 μ »

* * *

Fall 19 (Fig. 7). Das Dentinoid ($k-D$) ist in ansehnlichem Grade, aber nicht maximal verdickt. Das Durchschnittsmaß ist in der Krone etwas größer als in der Wurzel, aber auf die größte normale Durchschnittsdicke bezogen, ist das Dentinoid sowohl in der Krone als auch in der Wurzel aufs 3·2fache verdickt. Die Kalkgrenze pflegt meist scharf zu sein, nur manchmal liegen an der Grenze im Dentinoid isolierte Dentinkugeln. Hie und da begegnet man einer Blutkapillare, die aus der Pulpa ins Dentinoid eingewachsen ist. Das Cement ist reichlich entwickelt, bildet an der Wurzelspitze eine beträchtliche Endanschwellung und ist oft zum größten Teil kalklos ($k-C$). Das Cementoid erreicht in diesem Falle, genau so wie das Osteoid in den Rippen die größte Dicke im ganzen Materiale, ist etwas zellärmer als das kalkhaltige Cement ($k+C$), ist nicht nur an der apikalen, sondern auch an der lateralen Oberfläche der Wurzel mächtig entwickelt und an ersterer Stelle vermittels einer schmalen und feinkörnigen Übergangszone mit dem kalkhaltigen Cement verbunden, an letzterer Stelle durch eine Kittlinie von ihm abgegrenzt. Im Kieferknochen gibt es sehr breite Osteoidsäume, die breitesten am Gipfel der Alveolarsepta (O) und an der Innenfläche der Alveolen.

1.	12	Messungen,	25·8 μ	Durchschnitt,	40 μ	Maximum,	12·5 μ Minimum.
2.	13	»	22·5 μ	»	35 μ	»	10·0 μ »
3.	25	»	117·0 μ	»	192 μ	»	64·0 μ »

* *
*

Fall 20. Der Kalkgehalt des Dentins scheint bei der einfachen Betrachtung des Schnittes normal zu sein, doch ergibt die Messung, daß das Dentinoid in der Krone das normale Maximum wohl gar nicht, in der Wurzel aber ein klein wenig übersteigt. Das Cement beginnt in Form eines dünnen, parallelrandigen, dunkel gefärbten, wenig Struktur verratenden Belages gerade dort, wo das Epithel des Zahnfleisches dem Zahn anliegt; gegen die Wurzelspitze zu schwillt es aber zu einer auffallenden Verdickung an, an der wir zwei Schichten zu unterscheiden haben: eine innere alte, dem Dentin direkt aufliegende, mit vielen unregelmäßigen Knochenkörperchen, die nach außen etwas dichter liegen als nach innen und spärlichen Gefäßkanälen, die innen mit einer Knochenschicht ausgekleidet sind. Diese grenzt sich durch eine Kittlinie nach außen ab. Das alte Cement ist vollständig verkalkt, in den tiefen Schichten rotviolett, in den oberflächlichen blauviolett. Der alten Cementschicht ist von außen. und zwar sowohl an der apikalen als auch an der lateralen Oberfläche eine mächtige, fast maximal dicke, jüngere, sehr zellarme Cementoidschicht aufgelagert, die lateral durch eine Kittlinie, apikal durch eine breite, grobkörnige Übergangszone mit dem kalkhaltigen Cement verbunden ist. In dieser Übergangszone sind die Kalkkörner groß, oval und stehen mit ihrer Längsachse parallel zu den Sharpey'schen Fasern, die sehr dick und zahlreich sind und in der gewöhnlichen Richtung verlaufen. Wir haben es also mit zwei Bauperioden im Cement zu tun, von denen die zweite zu einer Zeit einsetzte, als an der apikalen Fläche das Wachstum noch vor sich ging, an der lateralen Oberfläche aber das Wachstum geruht hatte. Der Kieferknochen ist aus dicht stehenden Spongiosabälkchen aufgebaut, deren Osteoidsaum oft breiter ist als das verkalkte Bälkchenzentrum. Die großen Markhöhlen enthalten zelliges, die kleinen fibröses Mark. Im Unterkieferknochen fanden sich mehrere feinste Frakturspalten und in zweien von ihnen konnten sogar Knorpelzellen nachgewiesen werden, denen die Bedeutung eines Knorpelkallus beizulegen ist.

1.	12	Messungen,	7·5 μ	Durchschnitt,	20·0 μ	Maximum,	2·5 μ Minimum.
2.	13	»	10·2 μ	»	17·5 μ	»	2·5 μ »
3.	15	»	90·0 μ	»	140·0 μ	»	24·0 μ »

* *
*

Fall 21 (Fig. 8). Das Dentinoid ist in sehr erheblichem Grade, aber noch nicht maximal pathologisch verdickt, und zwar wie gewöhnlich, in der Krone weniger als in der Wurzel, und in dieser wieder am stärksten da, wo die Wurzeln zusammenhängen (*b*). An dieser Stelle sieht man auch, daß die Odontoblasten, welche sonst in Reih und Glied liegen, oft tief ins Dentinoid hineingeraten sind (*e*). An der Kalkgrenze liegen teils isolierte Dentinkugeln (*d*), teils sind diese schon konfluiert und erzeugen eine exquisit globuläre Beschaffenheit der Kalkgrenze (*c*). Das Cement ist reichlich entwickelt, die Endanschwellung der Wurzelspitze ist aber meist noch gering. Das Cementoid ist sehr bedeutend verdickt, sitzt fast ausschließlich an der apikalen Wurzeloberfläche, ist nach außen glatt, selten zackig begrenzt und kernarm. Die Kalkgrenze ist selten eine schmale, feinkörnige Übergangszone, öfter ganz scharf. Es finden sich im vorliegenden Falle einige paradentäre Epithelkeime (*g*), welche in engster Nachbarschaft der Wurzeln, gerade da, wo diese zusammenstoßen, im Alveolarperiost liegen und zum Teil, wie in der Fig. 8, in ein passendes Grübchen des dünnen Cementüberzudes eingelassen sind.

An einem der Backenzähne fand sich eine alte Caries. Die Pulpa war bereits eröffnet, an der bloßliegenden Fläche mit Bakterien bewachsen, tiefer hinein ganz nekrotisch und noch tiefer eitrig infiltriert; erst an der Wurzelspitze war die Pulpa frei von entzündlichen Veränderungen. Die Bakterien sind auch ins Dentin, und zwar in die Dentinkanälchen hineingewachsen, die dann ganz blau erscheinen. Im Kieferknochen findet sich viel Osteoid (*h*), das meiste am Gipfel der Alveolarsepta und an der Innenfläche der Alveolarwand (*h*).

1.	27	Messungen,	27·2 μ	Durchschnitt,	32 μ	Maximum,	8 μ Minimum.
2.	28	»	40·0 μ	»	96 μ	»	16 μ »
3.	22	»	65·4 μ	»	112 μ	»	32 μ »

* *
*

Fall 22. Wiewohl das Tier etwa ein Jahr alt war, war die Pulpahöhle noch sehr weit, wie sie das bei ganz jungen Tieren zu sein pflegt. Das Dentinoid ist in der Wurzel maximal, in der Krone fast maximal verbreitert. Am breitesten ist es da, wo die Wurzeln miteinander zusammenhängen, woselbst es an der Kalkgrenze massenhaft isolierte und miteinander verbackene Dentinkugeln gibt. Das Cement ist, wie wir das ebenfalls bei jungen Tieren zu finden pflegen, noch gering entwickelt, so daß an der Wurzelspitze meist kaum noch eine Endanschwellung entsteht. Das Cement ist zum weitaus größten Teil verkalkt, gegen die Peripherie zu dunkler blau gefärbt, arm an Knochenzellen und Gefäßkanälen, und reich an Sharpey'schen Fasern, die am Querschnitt rot gefärbt und mit blauen Fleckchen besetzt sind. Das Cementoid ist sehr spärlich vertreten, ja sogar am dünnsten in der ganzen Reihe, trotzdem aber noch immer etwas dicker als normal. Es steht das im schroffen Gegensatz zum Dentinoid, welches in der Wurzel zum Beispiel dicker war als bei irgend einem anderen Falle.

An einer Wurzel findet sich eine Spontanfraktur, in deren Bereiche das Cement und das kalkhaltige Dentin zerbrach, das Dentinoid aber nur etwas eingerissen ist. Das untere Fragment war ins obere etwas eingekeilt. Die Splitter lagen zum Teil im Frakturspalt, zum Teil sind sie ins Alveolarperiost hineingetrieben worden. Im Kieferknochen konnte fast gar kein Osteoid nachgewiesen werden.

1.	25	Messungen,	33·0 μ	Durchschnitt,	48 μ	Maximum,	16 μ Minimum.
2.	28	»	66·2 μ	μ	160 μ	»	32 μ μ
3.	3	»	10·0 μ	μ	16 μ	»	8 μ μ

* * *

Fall 23 (Fig. 9). Auch bei diesem Tier war die Pulpahöhle, ähnlich wie beim vorhergehenden, besonders geräumig (*P*). Das Dentinoid (*b*, *d*, *e*) verdickt, wie gewöhnlich in der Wurzel dicker als in der Krone, wiewohl das Kronendentin hier dicker ist als in irgend einem anderen Rachitisfalle. Am dicksten ist das Dentinoid da, wo die Wurzeln zusammenhängen (*e*) und ebenda findet man an der Kalkgrenze besonders große, isolierte Dentinkugeln. Das Cement (*i*) ist bald wenig entwickelt und erzeugt keine Anschwellung an der Wurzelspitze, bald ist es mäßig entwickelt und dann gibt es eine mäßige Anschwellung. Das Cement ist entweder in toto verkalkt oder es weist einen dünnen, kalklosen Saum auf (*f*), oder es ist, wenn auch schon seltener, ein großer Teil des Cementes kalklos (*g*, *h*). An zwei Wurzeln sah man in ganz ungewöhnlicher Weise die superfiziellsten Teile des Cementes verkalkt, darunter aber kalklose Partien.

In einem Backenzahn war ferner folgender ungewöhnliche Befund zu erheben. In einer der Wurzeln und an einer Stelle der Krone lag ein schwarzblaues, die Pulpahöhle vollständig obturierendes Gebilde, welches bei starker Vergrößerung sich aus dunkelblauen, zackigen Gebilden wie geschrumpften Kernen zusammensetzte, also nekrotisch war. Der zwischen beiden Gebilden gelegene Pulpateil war auf diese Weise aus der Zirkulation ausgeschaltet und nekrotisch, während jenseits der fraglichen Gebilde die Pulpa zum Teil hyperämisch, zum Teil sklerotisch, aber nirgends nekrotisch war. Im Bereiche der nekrotischen Pulpastrecke hafteten der Innenfläche der Krone zwei kleine, ebenfalls nekrotische Gebilde an, welche zackige Zellhöhlen enthielten und verkalkt gewesen sein mußten, denn sie verlieren sich gegen das nekrotische Pulpagewebe in Form isolierter Kalkkörner. Dieser Befund, der mit den uns vor allem interessierenden Kalkverhältnissen in keiner Weise zusammenhängt, sei nur nebenbei erwähnt. Der Kieferknochen ist im allgemeinen gut verkalkt. Ansehnliche Osteoidmengen findet man als Auskleidung Volkmann'scher Kanäle.

1.	30	Messungen,	36·8 μ	Durchschnitt,	48 μ	Maximum,	24 μ Minimum.
2.	30	»	63·7 μ	»	160 μ	»	16 μ
3.	16	»	57·0 μ	»	128 μ	»	32 μ

* * *

B. Das histologische Bild der rachitischen Backenzähne.

Bei den folgenden Ausführungen soll vor allem auf jene Punkte Rücksicht genommen werden, in denen sich der rachitische Backenzahn vom normalen unterscheidet.

Die Pulpahöhle der Backenzähne unserer Rachitistiere ist sehr verschieden weit. Zum Teil (Fig. 4 bis 6 *P*) nicht weiter als bei den normalen Kontrollfällen, zum Teil aber bedeutend geräumiger (Fig. 2, 3, 7 *P*) mit sehr weiter Mündung der Pulpahöhle an der Wurzelspitze (Fig. 3 *h*). Diese Unterschiede liegen vor allem im verschiedenen Alter der Tiere. Es ist bereits oben erwähnt, daß schon unter normalen Umständen beim jungen Tier auch nach dem Durchbruch der Krone die Pulpahöhle noch längere Zeit sehr weit, die Dentindicke gering bleibt. Dieses Verhalten ist somit ein Zeichen des noch geringen, eine enge Pulpahöhle und dickes Dentin ein Zeichen des reifen Entwicklungsstadiums des Zahnes. An einer anderen Stelle ist gleichfalls schon ausgeführt, daß bei sonst gleichen Bedingungen aus dem Gewicht des Tieres auf sein Alter geschlossen werden kann. Es stimmt damit gut überein, daß die Tiere 12, 14, 16, denen die eine enge Pulpahöhle aufweisenden Figg. 4 bis 6 entsprechen, zu den schwersten, also ältesten Tieren gehören, während die Tiere 9 und 19, denen die eine weite Pulpahöhle aufweisenden Fig. 2, 3, 7 entsprechen, die leichtesten, also jüngsten Tiere unserer Versuchsreihe sind (von den marantischen Tieren 22 und 23 abgesehen).

Die durch eine sehr geräumige Pulpahöhle auffallende Fig. 9 (*P*) stammt von dem rachitischen und schon seit langem hochgradig marantischen Tier 23, das etwa ein Jahr alt war. Für dieses Alter ist die Pulpahöhle als pathologisch weit zu bezeichnen, was sofort auffällt, wenn wir sehen, daß die Fig. 9 in vieler Hinsicht eine große Ähnlichkeit mit der Fig. 3 aufweist, die dem noch sehr jungen, rachitischen, aber wohlgenährten Tier 9 angehört. Wir sehen also bei mit Rachitis kombiniertem, lang dauernden Marasmus den Backenzahn zufolge einer Wachstumshemmung abnorm lange Zeit einen juvenilen Charakter beibehalten.

Das Dentin ist, trotz der Rachitis, bei allen Tieren zum weitaus größeren Teil verkalkt gewesen (Fig. 2 bis 9) und am verkalkten Dentin war nichts pathologisches wahrnehmbar. An der charakteristischen Stelle, nämlich an der der Pulpa zugewendeten Fläche, der Appositionsfläche des Dentins, findet sich natürlich auch bei Rachitis im Bereiche der Krone und Wurzeln eine Dentinoidschicht, welche in der Wurzel ausnahmslos, in der Krone fast immer die normalen Dickenmaße, selbst bis um das neunfache übersteigt (Fig. 2, 3 *c*, Fig. 7 *k—D*, Fig. 8 *d*, Fig. 9 *b*, *d*). Das Dentin, welches ein dem Knochen homologes Gewebe ist, verhält sich in puncto Kalkgehalt bei Rachitis auch ganz so wie Knochengewebe. Das Nähere über die pathologischen Dickenmaße des Dentinoids folgt weiter unten im Zusammenhang mit dem Cementoid. In jenen Fällen, in denen die pathologische Verdickung des Dentinoids gering ist oder gar fehlt, kann es, wie in normalen Fällen, auf eine Strecke ganz fehlen (Fall 10, 14, 15, 16). Am dicksten pflegt das Dentinoid an jener Stelle zu sein, wo die Wurzeln miteinander zusammenhängen (Fig. 2, 3 *c*) und es findet sich dieses Verhalten gerade in jenen Fällen notiert (9, 17, 18, 21 bis 23), in denen das Dentinoid der Wurzeln die größte Dicke aufweist.

Über das Vorkommen einer Kalkverarmung des Dentins war bis vor kurzem überhaupt nichts bekannt. Den ersten hierhergehörigen Befund habe ich bei der Ratte erhoben, deren Nagezahndentin an Kalk verarmt, wenn man die Ek. exstirpiert. Bei diesen Tieren waren aber die Backenzähne bereits ausgewachsen, so daß die Ek.-Exstirpation auf sie keinen Einfluß mehr hatte. Nimmt man aber, wie das Fleischmann später tat, junge Ratten zur Ek.-Exstirpation, bei denen die Backenzähne noch nicht ausgewachsen sind, so erzielt man an ihren Backenzähnen ebenfalls die gleiche Kalkverarmung. Fleischmann hat aber ferner noch als Erster nachgewiesen, daß bei florider Rachitis des Kindes sich in den Zähnen die gleiche Kalkarmut des Dentins nachweisen läßt, wie bei der Ratte nach Ek.-Exstirpation. Es geht daraus hervor, daß die durch die Ek.-Exstirpation im Zahn erzeugte Veränderung ohneweiters als

Rachitis angesprochen werden darf. Endlich sehen wir auch bei der spontan rachitischen Ratte im Backenzahn und Fleischmann dann noch beim spontan rachitischen Schwein die gleiche Veränderung im Kalkgehalt des Dentins, wie bei der Kinderrachitis und der Ek.-Exstirpation der Ratte, woraus hervorgeht, daß das Verhalten des Kalkgehaltes im Dentin bei der spontanen Rachitis des Menschen, der Ratte und nach Ek.-Exstirpation bei der letzteren identisch ist.

Eine Besonderheit des Dentinoids bei Rachitis ist die Aufnahme von Odontoblasten (Fig. 8 *e*, *h*) und Blutkapillaren, welche dem normalen Dentinoid stets fehlen. Wir haben uns vorzustellen, daß das Dentinoid die Odontoblasten und Gefäße in dem Maße in sich aufnimmt, als es an Dicke wächst, nicht aber so, daß diese Elemente aktiv ins Dentin eindringen. Odontoblasten im Dentinoid wurden in den Fällen 9, 11, 15, 18, 21 gefunden, wofür die Krone die Hauptfundstätte ist; Gefäße im Dentinoid wiesen die Fälle 9 und 19 auf. Es handelt sich somit zumeist um Fälle mit besonders breitem Dentinoid. Im Nagezahn werden wir diesen Bildern noch einmal und zwar in größerem Ausmaße begegnen.

Während zumeist die Grenze des Dentinoids gegen die Odontoblastenreihe bei der Rachitis ebenso glatt ist, wie unter normalen Umständen (Fig. 2, 3), ist diese Grenze in solchen Fällen, in denen das Dentinoid Odontoblasten aufgenommen hat, ganz unregelmäßig, höckerig und dann fehlt über der Höhe solcher Höcker, wie das Fig. 8 zeigt, der Odontoblastenbelag vollständig. — Die Grenze des Dentinoids gegen das kalkhaltige Dentin ist zumeist ebenso linear scharf und glatt, wie in normalen Zähnen, doch begegnet man in der Mehrzahl der Fälle im Wurzelbereiche, namentlich da, wo die Wurzeln zusammenhängen, nahe der Kalkgrenze im Dentinoid liegend, größeren und kleineren, isolierten, zum Teil auch miteinander verschmelzenden Dentinkugeln, die nichts anderes als diskontinuierliche Kalkablagerungsstellen darstellen (Fig. 2 *d*, 3, 8 *d*, 9 *e*). Die wenigen Fälle, in denen isolierte Dentinkugeln vermißt wurden, gehören zu denen, in denen die Dentinoiddicke sich nur wenig über das normale Maß erhebt. Indem die isolierten Dentinkugeln miteinander und mit dem übrigen kalkhaltigen Dentin verschmelzen, resultiert eine, oft höchst unregelmäßige, globuläre Kalkgrenze, wie sie normaliter nicht beobachtet wird (Fig. 2, 3, 8, 9). Diesen Bildern werden wir bei den Nagezähnen in erhöhtem Maße begegnen. Das Verhalten ist vollkommen analog dem, was wir im rachitischen Knochen als Verbreiterung und gröber körnige Beschaffenheit der Kalkgrenze kennen und somit für das Dentin bei Rachitis charakteristisch. Im Dentin rachitischer Kinderzähne fand Fleischmann die Dentinkugeln kleiner und lockerer gestellt als normal.

Das Cement bildet über dem Anfangteil der Wurzel, wie in normalen Fällen, eine dünne, auf lange Strecken gleich dünne Schicht (*C*, Fig. 2, 3, 7, 9), welche in nichts von der Norm abweicht, stets vollständig verkalkt ist und infolge der intensiven Färbung für gewöhnlich nur wenige Details erkennen läßt (Fig. 8 *f*). Gegen die Wurzelspitze nimmt das Cement jedoch rasch an Dicke zu, ist hier stets mit Knochenzellen ausgestattet und am stärksten entwickelt, so daß an der Wurzelspitze eine aus Cement aufgebaute Endanschwellung entstehen kann. Doch kann diese in einem Falle ganz, in einem anderen zum Teil fehlen, in einem dritten stets vorhanden sein und dabei entweder nur gering oder mäßig oder aber so exzessiv entwickelt sein, wie das normaliter nicht vorkommt (Fig. 5, 7).

Die geringe Cementmenge kann entweder darin ihren Grund haben, daß das Tier noch jung ist (Fall 9, Fig. 3), das Cement noch nicht Zeit hatte, die volle Entwicklung zu erlangen oder darin, daß das Tier zwar älter, aber seit langem marantisch ist (Tier 22, 23, Fig. 9), so daß das Cement in der Entwicklung zurückgeblieben ist. Bei diesen Tieren ist das Knochengewebe auch im Skelett an Menge auffallend gering gefunden worden. — Eine exzessive Entwicklung der Endanschwellung hängt nicht immer mit schwerer Rachitis zusammen; so sehen wir eine besonders starke Endanschwellung im Falle 19 (Fig. 7) mit schwerster Rachitis und ebenso im Falle 14 (Fig. 5) mit nur mäßiger Rachitis. Im letzteren Falle sah man auch, wie für die beträchtliche Endanschwellung der Wurzelspitze durch lakunäre Knochenresorption (Fig. 5 *g*) in der Alveole erst Platz geschaffen werden mußte.

Die Knochenzellen des Cementes zeigen in den meisten Fällen; im Gegensatz zur Norm, insofern eine ungleichmäßige Verteilung, als der kalklose Anteil des Cementes, der bei Rachitis eine unvergleichlich

größere Rolle als im normalen Zahn spielt, in auffallender Weise zellärmer ist als der kalkhaltige (Fig. 5 *c*, *d*, Fig. 7 *k*—*C*, *k* + *C*). Nur zum geringen Teil dürfte die Zellarmut des Cementoids darauf zurückzuführen sein, daß die Zellen, wie das zum Beispiel im Falle 12 notiert ist, zum Teil nekrotisch sind. Der Grund für diese Zellnekrose, der wir schon im Osteoid der Rippen und im kalklosen Knorpel begegnet sind, dürfte auch hier auf Quetschung zurückzuführen sein, wie sie bei starker Entwicklung des Cementoids gelegentlich der wenn auch geringen Bewegungen des Zahnes vorkommen mögen.

Gefäßkanäle (Fig. 5 *G*) sind, namentlich im kalkhaltigen Anteil, oft anzutreffen und nicht selten mit einer eigenen Schicht von Knochengewebe ausgekleidet, die gegen das übrige, kalkhaltige Cement durch eine Kittlinie abgegrenzt ist. Dementsprechend sind Kittlinien häufiger zu sehen als im normalen Cement, doch nicht in jedem Falle. Nicht selten sieht man kleinere und größere, sogar verzweigte lakunäre Resorptionsräume im Cement (Fig. 6 *h*), in denen zum Teil noch Odontoklasten in vollster Tätigkeit sich befinden, während der Raum im übrigen mit jungem, gefäßhaltigem Bindegewebe erfüllt ist. Ein andermal sieht man, wie der Resorptionsraum wieder mit oft noch kalklosem Cement ausgekleidet ist, das durch eine Kittlinie vom alten, kalkhaltigen abgegrenzt ist und den ehemaligen Resorptionsraum zu einem Havers'schen Gefäßkanal einengt. Resorptionsräume sind im kalkhaltigen Cement häufiger anzutreffen, als im kalklosen, und in der Endanschwellung häufiger als im dünnen Cement. Sie finden sich entweder in der Tiefe des Cements oder an seiner Oberfläche (Fig. 6 *h*); im letzteren Falle kann das kalkhaltige Cement, das im übrigen von kalklosem bedeckt ist, bloßgelegt werden. Betrifft die Resorptionsgrube das dünne Cement, so ist sie meist so tief, daß auch das darunterliegende Dentin lakunär mit angenagt ist. Resorptions- und Umbauerscheinungen überhaupt spielen im Cement bei Rachitis eine bedeutend größere Rolle als beim normalen Zahn.

Der erste, der lakunäre Resorptionsgruben am Zahne sah, war Howship selbst (1816 bis 1819). Schön abgebildet haben sie Tomes und Morgan (1852 bis 1853) an den Wurzeln ausfallender Milchzähne. In diesen Lakunen der Milchzähne sah die Riesenzellen zuerst Tomes (1859), und Wedel fand sie sogar in den Lakunen des Schmelzes. Kölliker, der vorzügliche Abbildungen von in Lakunen liegenden Riesenzellen bringt, nennt diese Riesenzellen auch am Zahn Ostoklasten. In Anbetracht dessen aber, daß am Zahn nicht nur das Knochengewebe des Cementes, sondern auch Dentin und Schmelz, welch letzteres nichts mit Knochen gemein hat, von den Riesenzellen abgebildet werden, also verschiedenartige Gewebe, empfiehlt es sich am Zahn speziell von »Odontoklasten« statt von Osteoklasten zu sprechen.

Die Sharpey'schen Fasern verhalten sich bei Rachitis bezüglich ihrer Zahl, Dicke und Verlaufsrichtung genau so wie in normalen Fällen. Auf Querschnitten sind sie mehr rein rot, manchmal enthalten sie aber auch die typischen blauen Pünktchen und Fleckchen. Im kalklosen Cement sind sie, wie gewöhnlich, infolge mangelnden Farbenunterschiedes weniger deutlich zu sehen, zuweilen aber infolge einer etwas dunkler roten Färbung doch wieder ganz deutlich. Cementoblasten fanden sich unter den Rachitisfällen nur einmal (Fall 10).

Im Kalkgehalt des Cementes besteht der größte Unterschied zwischen rachitischen und normalen Tieren. Bei letzteren ist das Zement zum weitaus größeren Teil verkalkt, während das Cementoid unter allen Umständen an Menge stark in den Hintergrund tritt, sehr dünn ist und im allgemeinen bei unserem Materiale auch nicht häufig anzutreffen war. Bei den Rachitistieren ist es wohl auch noch in der Regel so, daß das kalkhaltige Cement an einem Teil der Wurzeln, selten an allen Wurzeln, an Menge überwiegt, wobei aber die Cementoiddicke das normale Maß um das Vielfache übertrifft (Fig. 3 *k*—*C*, Fig. 5 *e*, *e*, Fig. 6 *e*, Fig. 9 *f*, *g*, *h*). In den meisten Fällen finden sich aber auch viele Wurzeln, deren Cement zur Hälfte oder sogar zum größeren Teil kalklos ist (Fig. 4, 7 *k*—*C*). Das kalkhaltige Cement färbt sich, wie normal, gegen die Peripherie zu mehr dunkel (Fig. 4, 6, 9), blauviolett. Das Cementoid liegt niemals dem Dentin direkt an, fehlt bei Rachitis nur ausnahmsweise an einzelnen Wurzeln vollständig (Fall 23, 9) und variiert in seiner Dicke sehr bedeutend. Über die Dicke des Cementoids ist unten im Zusammenhang mit dem Dentinoid die Rede.

Bei der Besprechung des normal-histologischen Verhaltens wurde betont, daß sich Cementoid ausschließlich an der apikalen Wurzeloberfläche findet. Der Grund dafür ist der, daß nur an dieser Fläche der schichtweise Anbau des Cementes vor sich geht, während an der Seitenfläche der Endanschwellung, wo keine Apposition erfolgt, das Cement bis an seine charakteristische stufige Oberfläche heran kalkhaltig ist. Bei Rachitis ist das anders. In den Fällen 12, 16, 21 greift das Cementoid von der apikalen Oberfläche schon deutlich, wenn auch noch wenig auf die laterale über (Fig. 4, 6), im Falle 14 (Fig. 5) ist das noch mehr der Fall und in den Fig. 3, 7, 9 sehen wir das Cementoid ein langes Stück hinauf die Seitenfläche der Endanschwellung bedecken. Doch ist es zumeist so, daß die Cementoiddicke an der Spitze bedeutender ist als an der Seitenfläche, selten so, daß es an beiden Stellen fast gleich dick ist (Fig. 7). Halten wir uns die Wachstumsart des Cementes vor Augen, so läßt sich die Anwesenheit von Cementoid an der Seitenfläche der Endanschwellung nur so erklären, daß entweder die in gewöhnlicher Weise apponierten Cementschichten am Rande kalklos bleiben, oder so, daß die ursprüngliche, stufige Seitenfläche des kalkhaltigen Cementes alter Bauperiode von kalklosem Cemente jüngerer Bauperiode überlagert wird, daß also in ganz pathologischer Weise auch auf die Seitenfläche der Endanschwellung Apposition erfolgt. Das Verhalten der Kalkgrenze zeigt, daß von den beiden Möglichkeiten die zweite tatsächlich zutrifft.

Die Kalkgrenze zwischen verkalktem und kalklosem Cement ist nämlich gegen die Spitze der Wurzel eine körnige Übergangszone, gegen die Seitenfläche eine scharfe Kittlinie. Das heißt mit anderen Worten, daß die Knochenapposition an der apikalen Wurzeloberfläche noch von den normalen, vorrachitischen Zeiten her auch jetzt noch ununterbrochen fortbesteht, wenn auch die Verkalkung des neu Apponierten sehr im Rückstand bleibt. Seitlich hingegen wurde die Oberfläche des kalkhaltigen Cementes, die in vorrachitischer Zeit nicht apponierte, erst während der Rachitis von einer kalklosen Cementschicht überlagert. Wir haben es also bei Rachitis mit einem pathologischen Plus an Cementbildung zu tun, was schon an der oft auffallenden Verdickung der Endanschwellung zu erkennen ist und sehr an das in schweren Rachitisfällen typische Plus an Knochengewebe in der sekundären Spongiosa und Corticalis der Rippen erinnert.

Wenn im Falle 14 (Fig. 5) die Kalkgrenze (*h*) an der Seitenfläche der Endanschwellung ebenso eine körnige Übergangszone ist, wie an der Wurzelspitze, so widerspricht das unserer Auffassung in keiner Weise. Es handelt sich einfach um eine mächtige Auflagerung von jungem Cement (*d*), welches durch eine Kittlinie (*f*) scharf vom alten Cement (*i*) getrennt ist, und, da die Kalkstörung in diesem Falle nicht sehr erheblich ist, ist das junge Cement in seinen tiefen Schichten auch schon zum großen Teil verkalkt (*d*), zum geringen Teil und zwar in den oberflächlichen Schichten kalklos (*e*) und die körnige Übergangszone (*h*) zeigt, daß die Verkalkung noch weiter vor sich geht.

In der Regel findet sich jedoch bei den Rachitisfällen diese körnige Übergangszone zwischen kalkhaltigem und kalklosem Cement ausschließlich gegen die Wurzelspitze hin. Diese Übergangszone ist normaliter ganz schmal und feinkörnig, in den meisten Rachitisfällen hingegen in Übereinstimmung mit dem analogen Verhalten im Skelett, sehr breit und grobkörnig. Die Kalkkörner können sogar so grob sein, daß man aufs deutlichste wahrnehmen kann, daß sie ovale Formen aufweisen und mit ihrer Längsachse parallel zur Faserrichtung der Sharpey'schen Fasern orientiert sind (Fall 12, 15, 20). Es muß entschieden auffallen, weil vom Verhalten des Knochens abweichend, daß gerade in unseren schwersten Rachitisfällen (16 bis 19 und 21) die Kalkkörnchen nicht sehr grob, die Übergangszone (mit Ausnahme des Falles 18) schmal war und im Falle 16 stellenweise mit den Trockenlinsen eine körnige Übergangszone überhaupt nicht zu sehen war, so daß die Kalkgrenze, ohne eine Kittlinie zu sein, linear scharf erschien, etwa wie im normalen Dentin.

Die dem Alveolarperiost zugewendete freie Oberfläche des Cementoides ist nicht immer glatt, sondern zuweilen stark zackig infolge Einbezogenwerdens breiter Zellzüge in das Cement.

Außer an der freien Wurzeloberfläche findet sich Cementoid auch noch an der der Pulpahöhle zugewandten Oberfläche des Cementes (Fig. 3, 4, 5, 7, 9), ferner im Innern des Cementes als Aus-

kleidung von Gefäßkanälen, wovon schon oben die Rede war. Im Falle 23 war an zwei Wurzeln als ganz ungewöhnliches Verhalten zu konstatieren, daß das Cementoid in dünner Schicht nahe der Oberfläche verkalkt war.

* * *

Wir gehen dazu über, an der Hand der Diagramme XIII, XIV und XV (Tafel IX) die Dickenmaße des Dentinoides in der Krone und Wurzel und die des Cementoides bei Rachitis zu besprechen. Es variiert bei Rachitis die durchschnittliche Dicke des Kronendentinoids (Diagramm XIII) zwischen 7·5 und 36·8 μ, also in viel weiteren Grenzen als normal, denn die Differenz zwischen den zwei Zahlen ist eine fast fünffache gegen eine nicht ganz zweifache unter normalen Umständen. Beim Wurzeldentinoid schwanken diese Zahlen noch mehr (Diagramm XIV), nämlich zwischen 7·5 und 66·2 μ, somit fast um das neunfache gegen nicht ganz das zweifache unter normalen Umständen. Beim Cementoid endlich schwanken die Zahlen am meisten (Diagramm XV), nämlich zwischen 10 und 117 μ, also fast um das zwölffache gegen nicht ganz das zweifache in der Norm. Wir sehen also, daß die durchschnittliche Dicke des kalklosen Saumes im Dentin und Cement bei Rachitis viel mehr schwankt als normal und daß dies in der Krone noch am wenigsten, in der Wurzel mehr, im Cement am meisten der Fall ist. Die drei Maßreihen sind bei Rachitis im Gegensatz zur Norm untereinander sehr verschieden. Die Ursache für die größere Schwankung bei Rachitis im Vergleich mit der Norm ist die, daß der kalklose Saum von so variablen Momenten wie Grad und Dauer der Rachitis abhängt, während normaliter die Bedingungen für die Kalkablagerung in verschiedenen Fällen mehr gleichmäßig sind. Ferner kommt noch, wie wir später hören werden, der verschiedene Grad der Ausbildung des Dentins und Cementes in Betracht.

Ein Vergleich zwischen der Dentinoiddicke in Krone einerseits und Wurzel andrerseits, und zwar im selben Falle ergibt, daß sie normaliter in der Krone öfter größer vorgefunden wird als in der Wurzel; bei Rachitis ist es umgekehrt.

Wenn wir die Dicke des kalklosen Saumes in Krone, Wurzel und Cement in jedem Falle nebeneinander stellen und nach ihrer Größe mit 1, 2 und 3 klassifizieren, so können wir uns überzeugen, daß das Cementoid bei Rachitis (mit Ausnahme des leichtesten Rachitisfalles 9 und der beiden Marasmusfälle 22, 23) konstant in bezug auf seine Dicke an erster Stelle steht, während das Wurzeldentinoid am häufigsten die zweite, das Kronendentinoid am häufigsten die dritte Stelle einnimmt. In normalen Backenzähnen waren aber auffallende Unterschiede im kalklosen Saume der drei Lokalisationen nicht feststellbar. Die Ursache dafür, daß bei unseren Rachitisfällen zumeist der kalklose Saum im Cement die größte, in der Krone die geringste Dicke und Dickenschwankung aufweist, werden wir unten erst kennen lernen, wenn wir über das Wachstum der Zähne sprechen.

Ein Vergleich zwischen der Dicke des kalklosen Saumes in Krone, Wurzel und Cement einerseits und im Osteoid der Rippe andrerseits ergab bei den normalen Tieren, daß sie im Knochen etwas, aber nicht erheblich geringer war als im Zahn; bei der Rachitis verhält es sich folgendermaßen: Die größte Durchschnittsdicke des Osteoids bei der Rachitis (81·9 μ im Falle 19) war dreizehnmal größer als die größte normale Durchschnittsdicke; beim Kronendentinoid war die größte Durchschnittsdicke (36·8 μ beim Rachitisfall 23) nicht ganz fünfmal, beim Wurzeldentinoid (66·2 μ beim Rachitisfall 22) über neunmal, beim Cementoid (144 μ im Rachitisfalle 19) aber über fünfzehnmal größer als die größte normale Durchschnittsdicke. Es folgt daraus, daß bei Rachitis, im Gegensatz zu den normalen Fällen, die Dentinoiddicke (und die Dickenzunahme) in der Wurzel und namentlich in der Krone erheblich geringer ist als die Osteoiddicke (und Dickenzunahme) in den Knochen, während am Zement, das ja nichts anderes ist als Knochengewebe, die Dickenzunahme des kalklosen Saumes mit der des Rippenosteoids recht gut übereinstimmt. Wie wir weiter unten nach der Besprechung des Zahnwachstums sehen werden, kommt in diesem Verhalten der Umstand zum Ausdruck, daß zur Zeit des Rachitisbestandes das Dentin seinem Wachstumsabschlusse näher stand als das Skelett, während das Cement von diesem Ziele noch weiter entfernt war als das Dentin, so daß im Dentin die Möglichkeit zur Ausbildung eines pathologisch

breiten kalklosen Saumes geringer war als im Skelettknochen, während im Cement diese Möglichkeit größer war als im Dentin und damit mehr gleich der im Skelett.

* * *

Wenn wir die Diagramme XIII, XIV und XV betrachten, so sehen wir, daß die Maße des kalklosen Saumes in Krone, Wurzel und Cement bei Rachitis im Gegensatz zur Norm untereinander sehr verschieden, das heißt die Diagramme ganz unähnlich sind, und selbst innerhalb jeder der drei Kategorien, insbesondere im Cement (Diagramm XV) sind die Unterschiede sehr viel bedeutender als normal. Wir können in diese verwirrende Überfülle von Verschiedenheiten in der Menge kalkloser Substanz wenigstens etwas Klarheit hineinbringen, wenn wir den Wachstumsgang der Backenzähne etwas näher beleuchten.

Der Entwicklungsgang der Backenzähne bei der Ratte, die dem menschlichen Gebisse analog sind, ist zeitlich durchaus nicht dem des Skelettes gleich, wenn auch beide zum Teil nebeneinander herlaufen. Von den Zähnen des Menschen weiß man genau, wann ihre Hartgebilde zu entstehen beginnen und daß dies stets viel später eintritt als der Beginn der Entwicklung des knöchernen Skelettes, und zwar bei den verschiedenen Zähnen sehr verschieden später, ja zum Teil sogar erst im postfötalen Leben. Hingegen schließen die Zähne ihr Wachstum stets früher ab als das Skelett, und zwar bei den verschiedenen Zähnen sehr verschieden früher (mit Ausnahme des Weisheitszahnes, der auch nach abgeschlossenem Skelettwachstum seine Entwicklung beenden kann). Schon weniger genau als der Zeitpunkt der ersten Anlage und des Wachstumsabschlusses ist es bekannt, in welchem Tempo und um wieviel der Zahn zu verschiedenen Zeiten wächst und wie sich dabei seine einzelnen Teile verhalten.

Vom Entwicklungsgang der Backenzähne der Ratte wissen wir aber noch weniger als vom menschlichen Gebiß, und so lange diese Grundlage fehlt, wird ein restloses Verständnis aller bei Rachitis erhobenen Befunde nicht möglich sein. Das wenige, was wir wissen, reicht aber wenigstens zum Verständnis einzelner, namentlich besonders auffallender Erscheinungen aus. Es unterstützt unseren Einblick in die rachitischen Zahnveränderungen, wenn wir wissen, daß der Backenzahn auch bei der Ratte sein Wachstum früher abschließt als das Skelett und daß das Kronendentin in der Entwicklung dem Wurzeldentin, und dieses dem Cement voraneilt. Das ist natürlich nicht so zu verstehen, wie wenn Krone, Wurzel und Cement streng nacheinander sich entwickeln; es geht im Gegenteil ihre Entwicklung zum Teil nebeneinander her. Wenn es auch richtig ist, daß das Kronendentin dem Wurzeldentin im Wachstum voraneilt, so kann zur Zeit, als die Wurzel rege wächst, die Krone gerade ihrem Wachstumsabschlusse entgegengehen. Ein ähnliches Verhältnis besteht auch zwischen Wurzeldentin und Cement.

Abgesehen vom zeitlich verschiedenen Entwicklungsgang besteht aber zwischen Zahn und Skelettknochen auch noch der folgende wichtige Unterschied. Das Skelett hat auch nach abgeschlossenem Wachstum einen Umbau (Pommer), wenn auch die An- und Abbauvorgänge lange nicht so rege sind wie in der Wachstumsperiode. Der Zahn hat eigentlich keinen Umbau. Das Dentin und der Schmelz nehmen an Dicke beim Wachstum zu, und ist dies abgeschlossen, so hört der Anbau im Wesentlichen einfach auf, aber es wird nichts abgebaut und durch gleiches Gewebe wieder ersetzt. Das Cement jedoch, das aus Knochengewebe besteht, ist eines Umbaues fähig, doch ist dies unter normalen Umständen nur in sehr beschränktem Maße der Fall. Ganz verschieden vom Skelett und Backenzahn ist wieder der Nagezahn der Ratte, der zeitlebens sich an der Nagefläche abnutzt und um ebensoviel wieder nachwächst.

Wir haben uns ferner vor Augen zu halten, daß, sowie im Knochen, so auch selbstverständlich im Cement, aber auch im Dentin (das dem Knochengewebe homolog ist) das während des Bestandes der Kalkstörung neu apponierte Gewebe kalklos bleibt. Die Breite des kalklosen Saumes wird, wieder genau wie im Skelettknochen, vor allem vom Grade der Rachitis und ihrer Dauer abhängen, aber auch vom Appositionstempo. Ist dieses besonders rege, so bedarf es weder einer sehr schweren, noch einer sehr lang dauernden Rachitis, um den kalklosen Saum zu ansehnlich-pathologischer Dicke anwachsen zu

lassen; ist das Appositionstempo äußerst träge, so kann selbst eine schwere und langdauernde Rachitis keinen besonders dicken, kalklosen Saum hervorbringen; steht aber gar die Apposition ganz still, so wird eine pathologische Verdickung des kalklosen Saumes trotz einer noch so schweren und noch so lang dauernden Rachitis nicht zustande kommen.

* * *

Nach diesen Vorbemerkungen wollen wir daran gehen, wenigstens die auffallendsten, in den Diagrammen XIII, XIV und XV enthaltenen Verschiedenheiten im Kalkgehalt der Backenzähne zu beleuchten.

In der folgenden Tabelle sind unsere sämtlichen Rachitisfälle zusammengestellt und zu jedem Falle dazugesetzt, wievielmal in Krone, Wurzel und Cement der kalklose Saum durchschnittlich dicker ist als das größte Durchschnittsmaß unter den normalen Tieren. Ein Beispiel: Die größte durchschnittliche Dicke des Wurzeldentinoids war unter unseren normalen Fällen bei Tier 7 zu konstatieren und betrug 7·1 μ. Im Rachitisfalle 20 war das Wurzeldentinoid durchschnittlich 10·2 μ dick, also 1·4mal dicker als bei Tier 7 usf. Darum steht bei Tier 20 in der Rubrik Wurzel die Zahl 1·4, die uns das Maß der pathologischen Dickenzunahme anzeigt und so natürlich mehr besagt als das absolute Maß 10·2 μ.

Fall	Krone	Wurzel	Cement
10	0·95	1·1	10·3
12	1·5	1·6	10·8
13	3·8	4·6	10·9
15	1·4	1·8	10·1
16	0·95	1·5	8·7
17	2·2	3·1	9·5
18	4·4	8·6	13·6
20	0·93	1·4	12
21	3·4	5·6	8·7
11	1·5	1·4	10·9
14	1·6	1·3	7·6
19	3·2	3·2	15·6
9	3·3	8·6	4
22	4·1	9·3	1·3
23	4·6	9	7·6

Betrachten wir zuerst die neun ersten Fälle der Tabelle, so sehen wir, daß von den drei Lokalisationen in jedem einzelnen Falle die Verbreiterung des Kronendentinoids konstant am geringsten, die des Wurzeldentinoids durchwegs schon größer und die des Cementoids in allen Fällen die weitaus bedeutendste war. Fig. 2 und 3 zeigen, daß das Wurzeldentinoid dicker ist als das Kronendentinoid, Fig. 4 bis 7, daß das Cementoid dicker ist als das Wurzeldentinoid. Nach dem, was wir über den Wachstumsgang des Zahnes gehört haben, erklärt sich diese Tatsache auf die Weise, daß die Rachitis in diesen Fällen zu einer Zeit eingesetzt haben mußte, als das Kronendentin nahe daran war, sein Wachstum abzuschließen, das Wurzeldentin aber noch mehr apponierte, das Cement jedoch am meisten. Das exzessive Überwiegen des Cementoides könnte zum Teil noch darauf zurückgeführt werden, daß, wie wir schon gehört haben, das Cement bei Rachitis ein pathologisches Plus an Gewebsbildung aufweisen kann. Es drückt sich in diesem Verhalten der Einfluß der Apposition auf die Dicke des kalklosen Saumes aus, oder, was dasselbe ist, der Einfluß des Alters, in dem das Tier zur Zeit der Rachitis stand.

Daß aber dabei der Grad und die Dauer der Rachitis natürlich auch von Bedeutung sind, haben wir schon oben betont. Die Fälle 20, 10, 16 stehen im Diagramm XIII an erster Stelle, weil ihr Kronendentinoid das dünnste von allen Rachitisfällen ist, ja so dünn, daß es das normale Maximum nicht ganz erreicht. Das kommt daher, weil Tier 20 und 16 zu den schwersten, also ältesten unserer Versuchstiere gehören, bei denen zur Zeit, als die Rachitis eintrat, das Kronendentin sein Wachstum schon abgeschlossen hatte, während die Rachitis des Tieres 10 die geringste des Materials war.

Das schwerste, also auch älteste Rachitistier 12 zeigt ferner, daß das Dentinoid sowohl in der Krone als auch in der Wurzel (Fig. 4 *k—D*) gegen die Norm ganz unerheblich verdickt ist, sehr bedeutend aber das Cementoid (*k—C*). Dieses Verhalten der Backenzähne zeigt, daß die Rachitis zu einer Zeit eingesetzt haben muß, als das Kronen- und Wurzeldentin schon fast ausgewachsen war, nicht aber noch das Cement. Ein ähnliches Verhalten sehen wir auch bei den Fällen 16 (Fig. 6 *b, e*) und 20, die mit zu den schwersten, ältesten Tieren gehören.

Die in der Tabelle an 10. bis 12. Stelle stehenden drei Fälle, 11, 14 und 19, sind den neun ersten insofern analog, als auch bei ihnen das Cementoid die stärkste Verdickung aufweist, hingegen ist das Kronendentinoid um ebensoviel oder sogar um etwas mehr verdickt als das Wurzeldentinoid, doch handelt es sich um Unterschiede, die nur Bruchteile eines Mikromillimeters betragen, also so gering sind, daß sie auf Fehler bei der Mikrometrie bezogen werden dürfen, und damit wären auch diese drei Fälle den neun übrigen als eigentlich gleichwertig zu betrachten.

* * *

Es folgt nun in der Tabelle der Fall 9, bei dem das Verhalten schon wesentlich anders ist. Hier gehört die Dickenzunahme des Dentinoids in der Krone und namentlich in der Wurzel zu den bedeutendsten (Diagramm XIII und XIV), während umgekehrt die des Cementoids zu den geringsten gehört (Diagramm XV). Auch die Fig. 3 zeigt schon, daß das Wurzeldentinoid (*c*) erheblich dicker ist, nicht nur als das Kronendentinoid (*b*), sondern auch als das Cementoid (*k—C*). In diesem Überwiegen des Wurzeldentinoids sogar dem Cementoid gegenüber liegt das Gegensätzliche dieses Falles gegenüber den bisherigen 12 Fällen, also gegenüber dem fast ganzen übrigen Materiale. Die Erklärung dieses Verhaltens ist einfach die, daß es sich (von den beiden Fällen mit Marasmus abgesehen) um das bei weitem leichteste, also das weitaus jüngste Tier im Versuche handle, bei dem zur Zeit als die Rachitis eintrat, das Dentin der Wurzel gerade im Stadium regen Wachstums sich befand, das der Krone dieses Stadium schon hinter sich, das des Cementes noch vor sich hatte.

Dieser Fall 9 ist noch aus anderen Gründen von Interesse. Nach dem Verhalten des Skelettes überhaupt und auch des Osteoidsaumes in demselben, der nur zweimal dicker war als das normale Maximum (Fig. 3 *g*), mußten wir den Fall als eine sehr geringfügige Rachitis bezeichnen, die leichteste der Reihe. Würden wir aber den Grad der Rachitis nach dem Dentin, namentlich der Wurzeln (Fig. 3 *c*), bestimmen, so müßten wir das Tier zu den schwersten Rachitisfällen stellen. Dieser Widerspruch, der schon aus der Fig. 3 erhellt, erklärt sich aber einfach so, daß die Rachitis gerade in eine Zeit fiel, da das Dentinoid eine lebhaftere Apposition hatte als das Knochengewebe. Es zeigt das Beispiel zugleich, wie wir sofort einen tiefern Einblick in den rachitischen Prozeß gewinnen, wenn wir die Untersuchung vom Skelett auf die Zähne ausdehnen. Man stelle sich die Fälle 9 und 16 (Fig. 3 und 6) nur gegenüber und man wird nach dem Gesagten ersehen, daß man aus dem Verhalten des Backenzahnes und dem Vergleich zwischen diesem und dem Skelett leicht aussagen kann, daß die Rachitis im ersteren Falle beim ganz jungen, in letzterem Falle beim viel älteren Tier einsetzte.

Lehrreich ist ferner die Gegenüberstellung der Cementoiddicke in den Fällen 10 und 16. Sie war im Falle 10, der eine sehr geringfügige Rachitis aufwies, 10·8 mal größer als das normale Maximum, und im Falle 16, der eine schwere Rachitis darstellte, bloß 8·7 mal größer als das normale Maximum. Wir haben also bei schwerer Rachitis (Tier 16) eine geringere Cementoidverdickung als bei sehr gering-

fügiger (Tier 10) und der Widerspruch erklärt sich auf die Weise, daß Tier 16 eben 54 *g* schwerer, also viel älter als Tier 10, darum ein geringeres Wachstum des Cementes und eine geringere Möglichkeit zum Kalklosbleiben desselben aufwies.

Im allgemeinen ist in bezug auf den Kalkgehalt das Verhalten des in Form von Cement auftretenden Knochengewebes ganz analog dem des Knochengewebes im Skelett. So zum Beispiel finden wir in dem die Kalkverhältnisse am Skelett darstellenden Diagramm X genau so wie in dem die Kalkverhältnisse am Cement darstellenden Diagramm XV den Fall 22 an erster Stelle, den Fall 18 an vorletzter, den Fall 19 an letzter Stelle. Im Falle 19 hatte die Kalkstörung den höchsten Grad erreicht.

* * *

Zuletzt in unserer Tabelle stehen die beiden mit Marasmus kombinierten Fälle von Rachitis 22 und 23. In bezug auf die Dickenzunahme des kalklosen Saumes weisen diese Fälle eine weitgehende Ähnlichkeit mit unserem jüngsten rachitischen Tier 9 auf, wovon man sich beim Vergleich der Fig. 3 und 9 mit einem Blick überzeugen kann. Der springende Punkt ist hier wieder der, daß die Dickenzunahme des Wurzeldentinoids nicht nur größer ist als die des Kronendentinoids, sondern auch größer als die des Cementoids. Dieses Verhalten kann als nichts anderes, als eine Persistenz des juvenilen Charakters des Rachitisbildes im Backenzahn bezeichnet werden, dem wir schon bei der Besprechung der geräumigen Pulpahöhle begegnet sind.

Besonders schroff ist in beiden Fällen der Gegensatz zwischen der Dickenzunahme des Dentinoids, die zu den allergrößten des Rachitismaterials gehört (Diagramm XIII, XIV) und der des Cementoids, die zu den allergeringsten gehört (Diagramm XV). In dieser Hinsicht stimmt das Cementoid mit dem Osteoid des Skeletts beider Fälle vollkommen überein, das auch die geringste Dickenzunahme des ganzen Rachitismaterials aufwies.

Damit ist aber auch wieder ein schroffer Gegensatz zwischen dem Rachitisbilde am Skelett und Zahn gegeben, denn am Skelett stieß die Rachitisdiagnose auf große Schwierigkeiten, so wenig Charakteristisches fand sich vor (Fig. 9), am Backenzahn (Fig. 9 *e*) sind die rachitischen Veränderungen augenfälliger als in irgend einem anderen Falle. Wir können sagen, die Zahnuntersuchung war erst für die Rachitisdiagnose maßgebend. Der Marasmus ist zufolge des mehr nach der Richtung des Abbaues gerichteten Umbaues und des gehemmten Anbaues der Knochen imstande, das Bild der Rachitis im Skelett zu verwischen, während dies im Dentin, das einen Umbau nicht besitzt, nicht zustande kommen konnte.

* * *

Es wurde oben gezeigt, daß die Durchschnittsdicke des Cementoids bei den Rachitistieren in sehr weiten Grenzen schwankt (Diagramm XV), die des Dentinoids in der Wurzel weniger (Diagramm XIV), und in der Krone am wenigsten (Diagramm XIII). Den Grund können wir jetzt verstehen. Zur Zeit, als die Rachitis einsetzt, fehlt in der Regel dem Kronendentin nur noch wenig zum vollständig ausgewachsenen Zustande, dem Wurzeldentin schon mehr, dem Cement am meisten. Darum ist auch die Variabilitätsmöglichkeit für den kalklosen Saum in der Krone am geringsten, im Cement am größten.

Aus den bisherigen Ausführungen geht klar hervor, daß, wenn wir das Rachitisbild des Backenzahnes verstehen wollen, wir uns stets vor Augen halten müssen, daß die einzelnen Teile desselben nicht gleichzeitig zur Ausbildung gelangen und daß der gesamte Entwicklungsgang des Zahnes zeitlich ein ganz anderer ist als der des Skeletts. Daher die oft große Verschiedenheit im Kalkgehalt zwischen Dentin und Cement, zwischen Kronen- und Wurzeldentin, zwischen Zahn und Skelett. Abgesehen von anderen Umständen, wie Schwere und Dauer der Kalkstörung, wird das Rachitisbild des Zahnes vor allem davon abhängen, zu welchem Zeitpunkte seines Wachstums die Rachitis eingesetzt hat. Beginnt die Kalkstörung

zu einer Zeit, als die Krone fast schon ausgewachsen ist, so wird die Rachitis nur noch am Wurzeldentin und dem Cement eine nennenswerte pathologische Verbreiterung des kalklosen Saumes erzeugen; ist aber um diese Zeit auch das Wurzeldentin seinem Wachstumsabschlusse nahe, so wird sich die Kalkstörung nur noch am Cement geltend machen und man könnte in einem solchen Falle von Rachitis tarda des Zahnes sprechen, die natürlich in ein früheres Lebensalter fällt, als die Rachitis tarda des Skeletts. Hat der Backenzahn der Ratte (oder ein Menschenzahn) sein Wachstum abgeschlossen, so steht das Skelett erst noch vor dem Wachstumsabschluß. Kommt es in dieser Zeit zu einer Kalkstörung, so haben wir am Skelett eine Rachitis tarda, aber im Zahn ist am Dentin keine Kalkstörung mehr zu erwarten, im Cement höchstens in beschränktem Grade, denn das Cement hat in geringem Maße einen Umbau. Tritt aber eine Kalkstörung nach Abschluß des Skelettwachstums ein, so wird sie sich trotzdem am Skelett, und zwar als Osteomalacie manifestieren, wozu bei den das ganze Leben, also auch nach abgeschlossenem Körperwachstum, fortdauernden Umbau der Knochen Gelegenheit gegeben ist (Pommer). Am Dentin aber ist eine osteomalacische Veränderung nicht zu erwarten, denn dieses hat keinen Umbau. Am Cement jedoch, das einen beschränkten Umbau besitzt, ist auch bei Osteomalacie eine geringfügige Veränderung nicht ausgeschlossen. Der Nagezahn der Ratte endlich, der zeitlebens kontinuierlich wächst, muß, so wie das Skelett, und eigentlich noch eher, bei Osteomalacie eine pathologische Verbreiterung des kalklosen Dentins erwarten lassen.

* * *

Es erübrigt nur noch, über das Verhalten des Kieferknochens und einige pathologische Nebenbefunde an den Backenzähnen zu berichten. An den Kieferknochen (Fig. 2 bis 9) waren, je nach dem Grade der Rachitis die Osteoidsäume bald spärlich, bald zahlreich, bald dick, bald dünn. Infolge der Salpetersäureentkalkung war aber das Osteoid weniger prägnant vom kalkhaltigen Knochen zu unterscheiden, als an den in Müller entkalkten Knochen. Immerhin gelang dies, wie die Photogramme zeigen, zum Teil noch leidlich. In den schwereren Fällen findet sich sehr oft die Angabe, daß das meiste Osteoid sich am Alveolarrand und dem Gipfel der Alveolarsepta findet (Fig. 6 *g*, Fig. 7 *O*, Fig. 8 *h*), wohl ein schönes Illustrationsfaktum dafür, daß die Vertiefung der Alveole, zum Teil wenigstens, durch einen Knochenanbau des Alveolareinganges zustande kommt. In einigen Fällen ist ferner notiert, daß auch die Innenfläche der Alveole eine Fundstelle für namhafte Osteoidmengen ist (Fig. 6 *f*, Fig. 8 *h*). Dieses Verhalten zeigt wieder, daß das Alveolarlumen durch Knochenanbau an der Innenwand sekundär eingeengt wird.

In einem Falle (20) fanden sich im Kieferknochen mehrere feine Frakturspältchen, in zweien von ihnen lagen sogar Knorpelzellen. Es handelt sich um Spontanfrakturen des widerstandsunfähigen, kalkarmen Knochens.

Interessanter noch waren die Spontanfrakturen, die in den Fällen 18 und 22 an den Backenzähnen selbst vorgefunden wurden. Im Falle 22 war nur eine, im Falle 18 waren mehrere Frakturen vorhanden. Sie saßen stets in der Wurzel, und zwar in dem Teil, wo das Cement dünn ist. Bezeichnenderweise erreicht in beiden Fällen die kalklose Dentinschicht der Wurzel die höchsten Durchschnittsmaße (Diagramm XIV) und dies ist auch der Grund für die herabgesetzte Festigkeit der Wurzeln, die zur Spontanfraktur führte. Alle vorgefundenen Frakturen müssen als jung bezeichnet werden. Einmal war das untere Fragment in das obere eingekeilt. In charakteristischer Weise zerbricht nur das kalkhaltige Dentin und der dünne Cementüberzug, während das kalklose Dentin etwas eingerissen sein kann, dann von Odontoblasten und Gefäßen stark durchwachsen wird, während das Cement und kalkhaltige Dentin von der Bruchfläche aus lakunär abgebaut wird. Der Defekt wird schon zum Teil von kalkhaltigem Zement wieder ersetzt. Im Frakturspalt und Alveolarperiost können sich noch Fragmentsplitter vorfinden. Ein älteres Ausheilungsstadium dieser rachitischen Spontanfrakturen der Backenzähne fand sich im Materiale nicht vor.

Als zufälliger Befund muß eine im Falle 21 beobachtete, vorgeschrittene Caries eines Backenzahnes angesehen werden. Das Nähere ist im Befund einzusehen. Schließlich wurde im Falle 23, so ähnlich wie in einem der normalen Fälle, das Bild der Pulpanekrose vorgefunden. Auch wegen dieser Veränderung sei auf den Befund verwiesen.

3. Normale Nagezähne.

A. Kasuistik.

Fall 1. In vivo waren die Nagezähne gelb, durchscheinend, intakt, tadellos. Oberer Nagezahn: Die Pulpa ist im vorderen Längendrittels des Zahnes nekrotisch, sonst intakt. Die Odontoblasten wohl erhalten. Das Dentinoid ist nur in den zwei hinteren Dritteln des Zahnes vorhanden. Seine Grenze gegen das verkalkte Dentin linear scharf und glatt. Die Dentinverkalkung ist homogen.

Im unteren Nagezahn sind die Verhältnisse dieselben.

Am Kieferknochen sieht man nirgends Abweichungen von der Norm, nur am Alveolareingang des oberen Nagezahnes liegt auf der konkaven Seite eine ansehnliche Menge von Osteoid.

In diesen und allen anderen Fällen wurde die Dicke des Dentinoids am unteren und oberen Nagezahn und bei beiden auf der konvexen und konkaven Seite an folgenden drei Stellen gemessen. Das hinterste Ende des Dentins ist stets kalklos. Die Verkalkung beginnt an der Außenseite, eine ganz kurze Strecke weiter vorne und hier wurde stets das mit I bezeichnete Maß genommen (Fig. 11 *I*). Das Maß II entstammt einer Stelle im mittleren Längendrittel des Zahnes, wo das Dentinoid noch von ansehnlicher Dicke ist (Fig. 11 *II*), und das Maß III aus dem vordersten Endstück des Osteoids, knapp vor seinem Verschwinden. Ferner sind unter *a)* und *b)* die Maße des oberen Nagezahnes zu verstehen, und zwar *a)* die der konvexen, *b)* die der konkaven Seite. *c)* und *d)* gehören dem unteren Zahne an, *c)* der konvexen, *d)* der konkaven Seite. Ist statt einer Zahl ein Fragezeichen gesetzt, so konnte das Maß darum nicht bestimmt werden, weil diese Stelle des Zahnes nicht in der Schnittserie enthalten war.

	I	II	III
a)	20·0 μ	25·0 μ	15·0 μ
b)	12·5 μ	7·5 μ	2·5 μ
c)	20·0 μ	12·5 μ	2·5 μ
d)	20·0 μ	12·5 μ	2·5 μ

* * *

Fall 2. In vivo waren die Nagezähne gelb, durchscheinend und intakt.

Histologisch war die Pulpa im vorderen Drittel nekrotisch, das Dentinoid wie gewöhnlich nur in den 2 hinteren Dritteln vorhanden, linear scharf und glatt vom kalkhaltigen Dentin abgegrenzt, dessen Verkalkung ganz homogen ist. Am Kieferknochen nicht bemerkenswertes.

Die Dentinoidmaße:

	I	II	III
a)	25 μ	20·0 μ	8 μ
b)	10 μ	10·0 μ	10 μ
c)	25 μ	21·0 μ	10 μ
d)	?	12·5 μ	8 μ

* * *

Fall 3. Makroskopisch waren die Nagezähne intakt, gelb, durchscheinend und tadellos.

Histologisch waren die Pulpa und Odontoblasten nur in den zwei hinteren Dritteln wohl erhalten und nur hier ist Dentinoid nachweisbar, das sich linear scharf und glatt gegen das kalkhaltige Dentin abgrenzt. Dieses ist wohl zum weitaus größten Teil homogen verkalkt, aber am vordersten Ende ist es durch Einlagerung äußerst feiner kalkärmerer Schichten von parallel- und dichtstreifiger Struktur.

Am Kieferknochen keine pathologischen Veränderungen.

Die Dicke des Dentinoids betrug:

	I	II	III
a)	25·0 μ	25·0 μ	11·0 μ
b)	17·5 μ	7·5 μ	11·0 μ
c)	25·0 μ	18·8 μ	10·0 μ
d)	18·8 μ	12·2 μ	8·8 μ

* * *

Fall 4. Am lebenden Tier waren die Zähne gelb, durchscheinend, intakt, tadellos.

Histologisch ist die Dentinverkalkung vollkommen homogen und die Kalkgrenze gegen das Dentinoid hin stets scharf, aber bald glatt, bald deutlich höckerig globulär. Wie in allen normalen Fällen ist auch hier am Schmelzepithel und dem bei der Entkalkung stehen gebliebenen Teil des Schmelzes nichts besonderes zu sehen.

Im Kieferknochen sieht man am Eingang in die Alveole des oberen Nagezahnes auf der konkaven Seite eine kleine Ansammlung von Osteoid und an der Alveolarinnenfläche beider Zähne sieht man vorne auf der konkaven Seite Apposition, auf der konvexen Abbau von Knochengewebe, beides in physiologischen Grenzen.

Die Dickenmaße des Dentinoids betrugen:

	I	II	III
a)	20·0 μ	17·5 μ	7·5 μ
b)	15·0 μ	8·5 μ	7·5 μ
c)	20·0 μ	22·5 μ	6·2 μ
d)	12·5 μ	15·0 μ	7·5 μ

* * *

Fall 5. Die Nagezähne waren in vivo gelb, durchscheinend, intakt und tadellos.

Histologisch war die Dentinverkalkung homogen und die Kalkgrenze gegen das Dentinoid ganz glatt. Dieses fehlt, ebenso wie die Odontoblasten, am vorderen Zahnende.

Am Kieferknochen sieht man an der Alveole beider Zähne ganz vorne auf der konkaven Seite Knochenanbau, der auf der konvexen Seite fehlt.

Die Dicke des Dentinoids betrug:

	I	II	III
a)	25·0 μ	20·0 μ	7·5 μ
b)	10·0 μ	12·5 μ	7·5 μ
c)	22·5 μ	22·0 μ	5·0 μ
d)	17·5 μ	12·5 μ	5·0 μ

* * *

Fall 6 (Fig. 11). Für die makroskopische Betrachtung waren die Nagezähne in vivo intakt, gelb, durchscheinend, tadellos.

Histologisch ist das Dentin (*a*) vollkommen homogen verkalkt, nur an der Zahnspitze ist eine Andeutung von feinster streifiger Struktur wahrnehmbar. Das Dentinoid (*b*) ist an Menge, wie immer, weit geringer, gegen das kalkhaltige Dentin stets scharf, aber bald glatt bald globulär begrenzt (Fig. 11), doch fehlen isolierte Dentinkugeln vollständig und es nimmt das Dentinoid an Dicke von hinten nach vorne sehr langsam, aber deutlich ab. In der Fig. 11 ist auch noch die Odontoblastenreihe (*c*) zu sehen, die dem Pulpabindegewebe (*d*) aufruht, ferner der dem verkalkten Dentin aufliegende Schmelz (*h*), der nach vorne hin (*i*), bei der Entkalkung, wie immer, verloren gegangen ist, dann das dem Schmelz anliegende Schmelzepithel mit der inneren, einschichtigen, hochzylindrischen Zellage (*e*) und der äußeren Schicht (*f*), die im Alveolarperiost (*l*) wurzelt. Bei *k* befindet sich die Umschlagstelle, wo das innere Schmelzepithel in das äußere übergeht.

Am Kieferknochen ist nichts Pathologisches wahrnehmbar. An der Innenfläche des vordersten Alveolarteiles beider Nagezähne sieht man eine in physiologischen Grenzen vor sich gehende Knochenapposition, die auf der konvexen Seite fehlt.

Die Dickenmaße des Dentinoids:

	I	II	III
a)	25·0 μ	25·0 μ	7·5 μ
b)	10·0 μ	12·5 μ	7·5 μ
c)	22·5 μ	22·5 μ	7·5 μ
d)	12·5 μ	17·5 μ	10·0 μ

* * *

Fall 7. In vivo waren die Nagezähne gelb, durchscheinend und intakt.

Histologisch erweist sich das kalkhaltige Dentin als vollkommen homogen verkalkt, nur gegen die Zahnspitze zu ist es andeutungsweise von feinstreifiger Struktur. Das Dentinoid tritt an Menge stark zurück und seine Grenze gegen das kalkhaltige Dentin ist glatt.

Am Kieferknochen nichts bemerkenswertes.

Die Dentinoidmaße:

	I	II	III
a)	25·0 μ	20·0 μ	6·3 μ
b)	17·5 μ	7·8 μ	5·0 μ
c)	27·5 μ	20·0 μ	7·5 μ
d)	10·0 μ	10·0 μ	3·8 μ

* * *

Fall 8. In vivo waren die Nagezähne intakt, gelb, durchscheinend, tadellos.

Histologisch ist das kalkhaltige Dentin bis an die Zahnspitze homogen verkalkt und die Kalkgrenze gegen das Dentinoid ist meist globulär und nur ausnahmsweise begegnet man hier einer isolierten Dentinkugel.

Am Kieferknochen sieht man an der Innenfläche der Alveole nur des oberen Nagezahnes eine mäßige Apposition von Knochengewebe, die sich nur auf die konkave Seite beschränkt.

Die Dickenmaße des Dentinoids:

	I	II	III
a)	12·5 μ	25·0 μ	7·5 μ
b)	15·0 μ	15·0 μ	7·5 μ
c)	20·0 μ	22·5 μ	10·0 μ
d)	12·5 μ	15·0 μ	7·5 μ

* * *

B. Das histologische Bild der normalen Nagezähne.

In früheren Arbeiten war vom normalen Nagezahn der Ratte schon mehrfach die Rede, so daß wir uns hier ganz kurz fassen können und darüber nur soviel sagen wollen, als zum Verständnisse der pathologischen Veränderungen notwendig ist.

Der Nagezahn der Ratte (Fig. 10) ist von erstaunlicher Länge, der untere länger als der obere, der frei in die Mundhöhle ragende Anteil wird an Länge von dem in der Alveole steckenden Teil weit übertroffen. Der ganze Zahn ist in Form eines Halbkreises (Fig. 10) gebogen (genauer gesagt in Form eines Abschnittes einer Schraubentour), der obere nach einem kleineren Radius als der untere. Am Querschnitt,

deren eine ganze Anzahl in einer früheren Arbeit abgebildet wurde (Frankfurter Zeitschrift für Pathologie VII, p. 295, 1911), ist der Nagezahn nicht etwa kreisförmig, sondern in Anpassung an seine Funktion assymetrisch eiförmig, und zwar mit dem schmäleren Teil gegen die konkave, dem breiteren gegen die konvexe Seite der Zahnkrümmung. Auch wenn sich ein langer Röhrenknochen krümmt, bekommt er einen abgeplatteten Querschnitt, und die Abplattung ist auf der konkaven Seite stärker als auf der konvexen. Ein solcher Bau ist auf Steifheit berechnet, während bei den ebenfalls gebogenen, aber nicht auf Steifheit, sondern im Gegenteil auf Elastizität gebauten Rippen die Abplattungsfläche mehr minder senkrecht zur Krümmungsfläche des Knochens steht.

Der Zahn ist in seiner ganzen Länge von der Pulpahöhle durchzogen (Fig. 10 *a*), welche am hinteren Zahnende am weitesten ist, nach vorne sich verengt und an der Nagefläche freiliegt (Fig. 10 *b*), weshalb der Nagezahn zu den sogenannten »offenen Zähnen« gehört. Die die Höhle ausfüllende Pulpa (Fig. 10 *a*) ist reich an großen Gefäßen und schließt nach außen mit einem Saum zylindrischer Odontoblasten ab (Fig. 11 *c*, 10 *c*). Am vorderen Zahnende ist die Pulpa nekrotisch, oft durchblutet und diese Veränderung kann sogar das ganze vordere Drittel der Pulpalänge betreffen und auch mehr (Fig. 10 *d*). An der Nagefläche wird der Zahn verhältnismäßig rasch abgenutzt, trotzdem aber nicht kürzer, denn er wächst, ähnlich wie unsere Nägel, zeitlebens fort.

Der harte Anteil des Zahnes ist der Hauptmasse nach von Dentin gebildet (Fig. 10 *e, f*), welches am hinteren Zahnende spitz ausläuft (Fig. 10 *g*), nach dem vorderen Ende aber, mit dem der Zahn seine Arbeit verrichtet, an Dicke bedeutend zunimmt (Fig. 10 *e, f*). Die Verkalkung des Dentins ist beim normalen Tier in der Regel homogen (Fig. 11 *a*, Fig. 10 *e*), und diesem Umstande ist es zuzuschreiben, daß bei der makroskopischen Betrachtung in vivo der Zahn von durchscheinender Beschaffenheit ist, die bei ganz jungen Tieren, bei denen die Dentinschicht überdies noch ganz dünn ist, so weit geht, daß die sehr gefäßreiche Pulpa durchschimmert und den Zahn rosig erscheinen läßt. Bei älteren Tieren verliert sich diese rosa Färbung, der Zahn bekommt einen gelblich bräunlichen Stich, bleibt aber stets durchscheinend. Dies ist auch dann der Fall, wenn, wie das zuweilen vorkommt und bei unserem normalen Kontrollmaterial zweimal (Fall 3, 6) zu verzeichnen war, das Dentin im vordersten Zahndrittel, da wo es am dicksten ist, nicht absolut homogen ist, sondern eine äußerst fein- und dichtstreifige Struktur verrät. Diese hat darin ihren Grund, daß Schichten von vollkommenem und geringerem Kalkgehalt miteinander abwechseln.

Bei dieser Gelegenheit sei auf folgendes aufmerksam gemacht. Das Dentin ist in querer Richtung zur gekrümmten Zahnachse von zahllosen Dentinkanälchen durchzogen. Diese werden an der Nagefläche in dem Maße, als daselbst das Dentin abgenutzt wird, eröffnet, so daß Luft in sie eintritt, nach dem der Inhalt vertrocknet ist. Dieser Lufteintritt in die Dentinkanälchen bedingt den Verlust der transparenten Beschaffenheit des Zahnes an seiner Spitze, und man muß sich hüten, die opake Beschaffenheit an der Zahnspitze für pathologisch zu halten. Nun verläuft die Nagefläche, zum Zwecke der meißelförmigen Gestaltung der Zahnspitze, stark schräg, was zur Folge hat, daß ein recht ansehnliches Stück des vorderen Zahnendes opak wird. Dieses Stück betrifft am oberen Nagezahn fast den ganzen, weil ganz kurzen intraoralen Zahnanteil, am unteren Nagezahn, dessen intraoraler Teil viel länger ist, sieht man aber außer der opaken äußersten Spitze noch einen recht ansehnlichen Teil des Zahnes deutlich transparent. Die eben geschilderten Verhältnisse lassen es also verständlich erscheinen, warum wir, wenn wir die Transparenz der Nagezähne zu beurteilen haben, dazu vor allem die unteren Nagezähne heranziehen werden.

Das Dentin ist in seiner weitaus überwiegenden Menge verkalkt (Fig. 10 *e, f*), aber da, wo es der Odontoblastenschicht anliegt, weist es einen ganz schmalen, kalklosen Streifen auf (Fig. 10 *h*), der am hintersten Zahnende beginnt (Fig. 10 *g*), aber beim normalen, älteren Tier niemals bis an die Zahnspitze reicht, sondern im vorderen Drittel oder sogar in der vorderen Hälfte fehlt. Von der Dicke dieser Dentinoidschicht wird unten noch die Rede sein. Das Dentinoid (Fig. 11 *d*) begrenzt sich gegen die Odontoblasten stets vollkommen glatt; auch die Grenze gegen das verkalkte Dentin ist linear scharf und in der Regel

glatt, zuweilen aber, wie in der Fig. 11, etwas unregelmäßig, was davon kommt, daß die Kalkablagerung in der Form von Dentinkugeln erfolgt, die dann konvex gegen das Dentinoid vorspringen, aber nur ausnahmsweise darin isoliert angetroffen werden.

Auf jener Strecke, an der sich Dentinoid findet, geht der Dentinanbau vor sich, der, wie der Anbau von Knochengewebe, stets kalklos erfolgt, doch dauert das kalklose Stadium nur kurze Zeit, die Kalkablagerung stellt sich sehr bald ein und die Dentinoiddicke überschreitet nicht ein gewisses bescheidenes Maß.

Zum Verständnis der weiter unten zur Sprache kommenden pathologischen Veränderungen ist es unerläßlich, wenigstens ganz kurz die Wachstumsart des Nagezahndentins zu streifen. Genauer war davon in der Frankfurter Zeitschrift für Pathologie Band VII, p. 310 die Rede. Beim Wachstum des Dentins kommen vor allem zwei Momente in Betracht, die Dentinapposition von der Pulpahöhle aus und die Vorwärtsbewegung des ganzen Zahnes nach außen in der Richtung der gebogenen Zahnachse. Plastisch gedacht stellt die von Odontoblasten besetzte Pulpaoberfläche, von der das Dentin erzeugt wird, die Mantelfläche eines gestutztes Kegels dar, dessen Achse halbkreisförmig gebogen ist, wobei aber noch in dieser Biegungsebene die Mantelfläche seitlich zusammengedrückt ist. Außer diesen gröbsten Abweichungen der Pulpaoberfläche von einem Kegelmantel gibt es noch andere geringfügigere Abweichungen, die bei Betrachtung von Querschnittsbildern in die Augen springen, hier aber unbeachtet bleiben sollen. Stellen wir uns nun vor, daß die Pulpa an ihrer so gestalteten Oberfläche eine Dentinschicht von einer gewissen Dicke, wenn man so sagen darf, ausschwitzt, so wird diese einen Abguß der Pulpaoberfläche darstellen und somit genau die gleiche Form besitzen. Diese eine Schicht führt dann mit dem ganzen übrigen Dentin die Vorwärtsbewegung in der Richtung der Zahnachse aus, verläßt also ihren früheren Ort, der dann von einer neuen, genau gleich gestalteten Schicht eingenommen wird usf. Anbau und Vorwärtsbewegung geschehen aber nicht sprunghaft, sondern kontinuierlich.

Wir haben uns somit die Gesamtmasse des Dentins als einen Stoß von übereinandergestülpten, untereinander kongruenten, in ihrer Form vielfach modifizierten Kegelmänteln vorzustellen. Die Außenform des so zusammengesetzten Dentins ist natürlich nicht kegelförmig, sondern ein Zylinder, dessen Achse kreisförmig abgebogen ist und der in dieser Biegungsebene seitlich zu einem eiförmigen Querschnitt zusammengedrückt ist, von anderen, minder einschneidenden Abweichungen von der Gestalt eines Zylinders abgesehen. Es sei nur noch betont, daß im normalen Nagezahn der schichtweise Aufbau des Dentins nicht direkt zu sehen ist, denn die Verkalkung ist homogen. Aber die Schichten sind parallel zur inneren, der Pulpa zugewendeten Dentinoberfläche zu denken und nicht etwa zu der der knöchernen Alveole zugewendeten äußeren Oberfläche des Dentins.

Der Schmelz (Fig. 10 *i*, 11 *h*) findet sich nur an der konvexen Seite des Nagezahnes, die dadurch eine bedeutende Erhöhung der Festigkeit gewinnt. In unseren in Salpetersäure entkalkten Schnitten ist der Schmelz nur hinten, wo er noch unreif ist, erhalten (Fig. 10 *i*, Fig. 11 *h*), nach vorn verliert er sich aber sehr bald (Fig. 11 *i*) und geht zum größten Teil, soweit er reif ist, bei der Entkalkung verloren (Fig. 10 *l*). Es ist darum in unserer Fig. 10 nicht zu sehen, daß, wie man das nur von einem Schliff erwarten kann, der Schmelz bis ans vorderste Zahnende reicht, wo er, zufolge der spitzwinkeligen Abschrägung des Zahnendes durch die Nagefläche die äußerste Zahnspitze bildet. Es braucht nicht erst hervorgehoben zu werden, von welchem Vorteil für die Funktion des Nagezahnes es ist, daß er gerade an seiner Spitze aus spitzwinkelig zugeschliffenem Schmelz, der härtesten Substanz des Körpers, besteht und daß das Tier überdies noch die Möglichkeit besitzt, durch kontinuierliches Nachwachsen des Schmelzes und Ausschleifen erlittener kleinster Scharten sozusagen täglich von Neuem sein wichtigstes Instrument instandzusetzen. Darum finden wir beim normalen Tier die Nagezähne stets intakt vor und in der ihnen charakteristischen Weise zugeschliffen (Fig. 10 *b*).

Der Schmelz wird von dem Schmelzepithel (Fig. 10 *k*) produziert, welches vorne in das Mundepithel übergeht und hinten bis zum Zahnende reicht, wo es auf eine kurze Strecke auch auf die konkave Seite übergreift, ohne jedoch hier Schmelz zu erzeugen. Das Schmelzepithel besteht aus einer inneren

einschichtigen Lage hochzylindrischer Zellen (Fig. 11 *e*) und dem kleinzelligen äußeren Epithel (*f*), welches wurzelförmige Fortsätze ins Alveolarperiost (Fig. 11 *l*) entsendet. Am hinteren Zahnende gehen beide Zelllagen ineinander über (Fig. 11 *k*).

Vom Kieferknochen (Fig. 10 *m*, *n*) wäre nur Folgendes zu berichten: Am Alveolareingang findet man bei unseren Kontrolltieren zuweilen etwas Osteoid, welches uns anzeigt, daß die mit dem Körperwachstum einhergehende Vertiefung der Zahnalveole zum Teil wenigstens durch Knochenanbau am Alveolareingang zustande kommt. Ferner sind oft an der Innenfläche der Alveole, und zwar in ihrem vordersten Anteil an der konkaven Seite Erscheinungen des Anbaues zu beobachten, denen zuweilen, aber nicht immer, an der konvexen Seite Erscheinungen von Abbau entsprechen. Beides nur auf den vorderen Teil der Alveole beschränkt spricht dafür, daß die Tendenz besteht, die Krümmung der Alveole zu einer flacheren umzugestalten. Vergleichen wir den Nagezahn eines ganz jungen (Fig. 10) mit dem eines ausgewachsenen oder älteren Tieres (Fig. 16, 19), so sehen wir, daß ersterer nicht nur kürzer und dünner, sondern auch nach einem kleineren Radius gekrümmt ist. Es dürfte sich bei den eben erwähnten Erscheinungen an der knöchernen Zahnalveole um eine Anpassungserscheinung an die mit dem Körperwachstum erfolgende Krümmungsänderung des Nagezahnes selbst handeln. Während oben von der Wachstumsart des Nagezahnes beim ausgewachsenen Tier die Rede war, soll mit dieser Beobachtung das noch viel kompliziertere, weil mit einer Gestaltveränderung einhergehende Wachstum des Nagezahnes vom jugendlichen bis zum erwachsenen Alter nur gestreift werden.

* * *

Es erübrigt uns noch, über die Dickenmaße des Dentinoids bei unseren normalen Kontrolltieren zu berichten. Die Nagezähne wurden stets der Länge nach geschnitten und das Dentinoid sowohl auf der konvexen als auch auf der konkaven Seite an je drei Stellen gemessen, was bei jedem Zahn sechs Messungen ergab und da in jedem Falle sowohl ein oberer als auch ein unterer Nagezahn gemessen wurde, mußten in jedem Falle 12 Messungen ausgeführt werden. Welche drei Stellen der Zahnlänge stets gemessen wurden, ist in der Kasuistik beim Falle 1 ausgeführt.

Betrachten wir noch einmal die asymmetrisch eiförmigen Querschnitte des Nagezahnes, wie sie im VII. Bande der Frankfurter Zeitschrift für Pathologie, Taf. 9 bis 11, mehrfach abgebildet wurden, so werden wir leicht verstehen, wie leicht es vorkommen kann, daß wir bei einem Längsschnitt durch den Nagezahn das Dentinoid schief treffen, so daß es uns im Schnittbilde dicker erscheint als es in der Tat ist, und wir so in den Fehler verfallen, zu dicke Maße zu erhalten. Es kommt dazu, daß der Nagezahn, genau betrachtet, nicht nach einem Kreis-, sondern nach einem Schraubensegmente gekrümmt ist, so daß es bei den schon sehr langen Zähnen älterer Tiere und ganz besonders bei dem so viel längeren unteren Nagezahn ganz unmöglich ist, in die Schnittebene des Mikrotoms den ganzen Zahn so hinein zu bekommen, daß er sowohl am vorderen als auch am hinteren Ende im reinen, medianen Längsschnitt enthalten wäre. Dies ist aber nicht nur in einem Schnitte unmöglich, sondern genau betrachtet auch nicht in einer parallelen Schnittserie, wie sie in jedem Falle angefertigt wurde. War aber die Schnittserie an ihrem Anfang oder Ende inkomplett, so ereignete es sich, daß das hinterste Dentinende in der Serie fehlte, so daß es nicht möglich war, das Maß I zu bestimmen. Das ist, namentlich bei den Rachitistieren, etliche Male der Fall gewesen. Es geht aus diesen Ausführungen hervor, daß die bei den Messungen gewonnenen Zahlen nicht gleichwertig und daß ihr absoluter Wert durch die genannten Zufälligkeiten zum Teil beeinträchtigt sein dürfte. Das Gesamtbild der Messungen weist daher eine gewisse Ungleichmäßigkeit auf, die uns dazu mahnt, aus ihnen nur die augenfälligsten Momente herauszuheben und auf Feinheiten nicht einzugehen.

Die bei den Nagezähnen gewonnenen Maße der normalen und Rachitisfälle sind in den Diagrammen XVI bis XXIII (Tafel X) zusammengestellt, in den vier ersten die der oberen, in den vier letzteren die der unteren Nagezähne. Stets wurden die Zahlen des Maßes I und II für sich, und zwar das der konvexen

und konkaven Seite wieder für sich allein in ein Diagramm zusammengefaßt. Von dem Maße III wurden die Diagramme als überflüssig weggelassen.

Vergleichen wir in jedem Falle das Maß I mit dem Maß II, und zwar an der konvexen und konkaven Seite für sich, so kommen wir zu dem Resultat, daß das Maß I zumeist, aber nicht immer größer ist als das Maß II. Das Maß III ist unter allen Umständen das kleinste. Im normalen Nagezahn nimmt also in der Regel die Dentinoiddicke von hinten nach vorne kontinuierlich ab; (bei den Rachitistieren ist das, wie wir hören werden, anders).

Vergleichen wir jetzt die Dentinoiddicke der konvexen und konkaven Seite in der Weise, daß wir in beiden die Maße I untereinander und die Maße II untereinander vergleichen, so kommen wir zu dem Resultate, daß beim normalen Tier ausnahmslos die Dentinoiddicke der konvexen Seite größer ist als die der konkaven. Zum gleichen Resultate gelangen wir, wenn wir in jedem Falle für sich die Maße vergleichen. Unter 32 solchen Vergleichen fiel das Resultat 28mal in dem eben genannten Sinne aus, zweimal waren beide Werte gleich, einmal der der konvexen Seite kleiner als der der konkaven, einmal konnte der Vergleich wegen Fehlens eines der Maße nicht ausgeführt werden. Es ist somit typischerweise das Dentin auf der konvexen Seite etwas weniger vollständig verkalkt als auf der konkaven, was man auch an einem der seinerzeit veröffentlichten Querschnittbilder direkt wahrnehmen kann (VII. Bd. der Frankfurter Zeitschrift für Pathologie, Taf. 10, Fig. III_4). An dieser Figur sieht man auch den mutmaßlichen Grund für dieses Verhalten. Die konvexe Seite ist durch die aufgelagerte Schmelzkappe verstärkt, welche der konkaven fehlt. Diese letztere erfordert daher eine bessere Dentinverkalkung.

Ein Vergleich der Dentinoiddicke des oberen und unteren Nagezahnes ergibt für die normalen Tiere keinerlei gesetzmäßiges Verhalten. Ebensowenig ist eine Abhängigkeit der Dentinoidbreite vom Alter des Tieres nachweisbar.

4. Rachitische Nagezähne.

A. Kasuistik.

Fall 9. Die Nagezähne waren in vivo gelb und opak. Als das Tier in die eiserne Zange biß, brach der extra-alveoläre Teil des linken unteren Nagezahnes zur Hälfte und der des rechten unteren ganz ab. Als das Tier 15 Tage später getötet wurde, waren die abgebrochenen Teile wieder vollständig ersetzt.

Im oberen Nagezahn ist die Pulpa in ihrer vorderen Hälfte nekrotisch, weshalb das Dentinoid nicht weit nach vorne reicht. An der Kalkgrenze sind isolierte Dentinkugeln selten. Hingegen gibt es auf der konvexen Seite im mittleren Drittel der Zahnlänge mäßig viele, im vorderen Drittel noch mehr Gefäßeinwachsungen. Diese liegen im mittleren Drittel noch im Dentinoid und bedingen hier eine buchtige Form der Kalkgrenze, im vorderen Drittel liegen sie bereits im kalkhaltigen Dentin und es besteht schon Nekrose der Kapillarwand. In der vorderen Zahnhälfte ist auch der kalkhaltige Dentinteil ganz unvollständig verkalkt, da er von kalklosen Streifen durchzogen ist, die nur kleine, isolierte Dentinkugeln enthalten.

Im unteren Nagezahn sind die Verhältnisse dieselben, nur sind die Gefäßeinwachsungen spärlich und auf den kalkhaltigen Teil des Dentins im vorderen Zahndrittel beschränkt. Das Dentinoid ist auf der konkaven Seite bis zur Zahnspitze, auf der konvexen fast ebenso weit zu verfolgen und der Kalkgehalt des verkalkten Dentins im vorderen Zahndrittel ist noch geringer als im oberen Zahn, denn es ist nahe der Peripherie bloß ganz blaßblau, also unverkalkt und sonst sind die kalklosen parallelen Streifen zahlreicher und breiter als im oberen Zahn.

Der Kieferknochen ist um die Nagezähne besonders kompakt gebaut, was für das junge Tier typisch ist und eben darum arm an Osteoid, das sich bloß auf den Rand der Gefäßkanäle beschränkt und nur am Alveolareingang eine dickere Masse bildet, in welcher auch nekrotische Knochenzellen vorkommen.

Die Dicke des Dentinoids: Wenn in diesem und den folgenden Fällen zu dem Maße III die Bemerkung »an der Spitze« hinzugefügt ist, so bedeutet das, daß das Dentinoid bis zur Nagefläche reicht, was unter normalen Umständen niemals vorkommt und für Rachitis sehr bezeichnend ist. Die Dentinoidmaße des vorliegenden Falles sind zum größten Teil pathologisch groß.

	I	II	III
a)	37·5 μ	47·5 μ	5·0 μ
b)	25·0 μ	27·5 μ	5·0 μ
c)	27·5 μ	40·0 μ	2·5 μ fast an der Spitze
d)	26·3 μ	22·5 μ	3·8 μ an der Spitze

* * *

Fall 10. Als das Tier in den Versuch eingestellt wurde, waren die Nagezähne wohl gelb und opak, aber doch intakt. Am 9. Versuchstag wurde bemerkt, daß beide unteren Nagezähne zu kurz, die oberen zu lang waren und dieses Verhalten war auch noch zu konstatieren, als das Tier am 15. Versuchstage getötet wurde.

Im oberen Nagezahn liegen hinten an der Kalkgrenze isolierte Dentinkugeln. Ferner gibt es hinten auf der konvexen Seite mäßig viele Gefäßeinwachsungen, die der Kalkgrenze eine tief buchtige Gestalt verleihen. Der kalkhaltige Dentinteil ist hinten auf der konvexen Seite diffus globulär und vorne von kalklosen Streifen mit spärlichen, kleinen, isolierten Dentinkugeln durchzogen, welche auf der konkaven Seite noch ausgeprägter sind als auf der konvexen. Die Pulpa liegt auf der Nagefläche weit offen und ist auf eine lange Strecke nekrotisch.

Im unteren Nagezahn sind die Verhältnisse im ganzen dieselben, nur daß der Kalkgehalt des kalkhaltigen Dentins vorne noch geringer ist, da die kalklosen Streifen breiter und zahlreicher sind und spärlichere und kleine Dentinkugeln enthalten.

Im Kieferknochen sind die Osteoidsäume mäßig an Zahl und Menge und auf der konkaven Seite des Alveolareinganges des oberen Nagezahnes am dicksten. Es fällt auf, daß die Alveolarwand auf der konvexen Seite des unteren Nagezahnes auf eine lange Strecke ganz kalklos ist und Knorpelzellen einschließt. Es ist das offenkundig das Residuum einer Fraktur.

Die Dentinoiddicke ist meist, wenn auch nur mäßig, vermehrt.

	I	II	III
a)	32·5 μ	57·5 μ	5 μ
b)	22·5 μ	37·5 μ	5 μ
c)	12·5 μ	42·5 μ	5 μ
d)	35·0 μ	62·5 μ	5 μ

* * *

Fall 11. In vivo waren die Nagezähne gelb, opak, aber intakt.

Im oberen Nagezahn sieht man im hinteren Drittel an der Kalkgrenze der konvexen Seite viele isolierte Dentinkugeln. Ferner gibt es recht viele Gefäßeinwachsungen, die auf der konvexen Seite in der ganzen Zahnlänge sich finden, jedoch im vorderen Drittel am meisten, während sie auf der konkaven Seite ausschließlich hier vorkommen. Wo das Gefäß, wie hinten, vom kalklosen ins kalkhaltige Dentin hineinzieht, zieht eine breite Bucht kalklosen Dentins ins kalkhaltige mit hinein, so daß die Kalkgrenze nicht nur globulär, sondern auch vielbuchtig wird. Wo das Gefäß, wie vorne, schon ganz in kalkhaltigem Dentin liegt, da ist es auch noch manchmal von einem Dentinoidhof umgeben. An Tangentialschnitten durch den Zahn, in denen die Dentinkanälchen quer getroffen sind, sieht man um diese nicht selten sonderbarerweise ebenfalls einen kalklosen Dentinhof, während wir doch sonst im Gegenteil gewohnt sind, um das Dentinkanälchen herum die erste Kalkablagerung eintreten zu sehen. Im vorderen Zahndrittel endlich ist das kalkhaltige Dentin recht kalkarm, denn es ist von breiten parallelen Streifen durchzogen, die im wesentlichen kalklos sind und nur kleine Globuli enthalten.

Am unteren Nagezahn ist der Befund im Wesen gleich, nur ist auf der konkaven Seite die globuläre Kalkgrenze besonders breit und aus besonders kleinen Globuli zusammengesetzt, die Gefäßeinwachsungen sind spärlicher und nur auf die vordere Zahnhälfte beschränkt und die Kalkarmut des kalkhaltigen Dentins in der vorderen Zahnhälfte ist noch größer, denn die roten Streifen im kalkhaltigen Dentin sind zahlreicher, breiter und enthalten nur ganz locker kleine Globuli.

Im Kieferknochen gibt es überall Osteoidsäume, die breitesten am Eingang in die Zahnalveolen.

Die folgenden Dentinoidmaße sind fast alle pathologisch vergrößert.

	I	II	III
a)	30·0 μ	47·5 μ	5 μ
b)	22·5 μ	40· μ	5 μ
c)	30·0 μ	42·5 μ	10 μ
d)	17·5 μ	62·5 μ	10 μ

* * *

Fall 12. Am lebenden Tier waren die Nagezähne kräftig, intakt, gelb, aber opak.

Im oberen Nagezahn ist die Kalkgrenze zackig-wellig, aber isolierte Dentinkugeln sind da nur wenige anzutreffen. Das kalkhaltige Dentin ist im hinteren Drittel von normalem Aussehen und frei von Gefäßeinwachsungen, im mittleren Drittel schon globulär und im vorderen Drittel durch Einlagerung paralleler Schichten aus kleinen, locker stehenden Globuli schon recht schlecht verkalkt und überdies je näher zur Zahnspitze desto mehr von Gefäßkanälen durchzogen, von denen einzelne sogar noch kalklose Höfe aufweisen.

Am unteren Nagezahn ist diese Kalkarmut des verkalkten Dentins noch mehr ausgesprochen, aber die Gefäßeinwachsungen viel spärlicher. Sonst derselbe Befund wie im oberen.

Der Kieferknochen zeigt Osteoidsäume an auffallend vielen Balken, doch von geringer Entwicklung. Am Alveolareingang der Nagezähne fehlt das Osteoid ganz.

Die folgenden Dickenmaße des Dentinoids überschreiten zum großen Teil die normale Grenze nicht, zum Teil tun sie dies nur in sehr beschränktem Grade.

	I	II	III
a)	30·0 μ	37·5 μ	4·3 μ
b)	17·5 μ	17·5 μ	4·3 μ
c)	27·5 μ	32·5 μ	5·0 μ
d)	17·5 μ	15·0 μ	5·0 μ

* * *

Fall 13. Die Nagezähne waren in vivo gelb und opak und die Spitzen der beiden unteren brachen ab, als das Tier in die Zange hineinbiß. Am Versuchsende, 15 Tage später, waren die Nagezähne wieder von normaler Länge.

Im oberen Nagezahn ist, etwa der Mitte entsprechend, auf der konvexen Seite die Kalkgrenze durch eine breite Übergangszone aus isoliert stehenden kleinen Dentinkugeln gegeben. Gefäßeinwachsungen sind im mittleren und namentlich im vorderen Drittel der konvexen Seite sehr zahlreich und bedingen an ersterer Stelle eine tief buchtige Gestaltung der Kalkgrenze, während sie vorne noch von kalklosen Höfen umgeben sind. Das kalkhaltige Dentin ist schlecht verkalkt, schon hinten globulär und vorne von breiten kalklosen Streifen durchzogen, in denen viele, aber kleine und isolierte Dentinkugeln liegen.

Am unteren Nagezahn sind die Verhältnisse ungefähr die gleichen, nur fehlen die Gefäßeinwachsungen ganz und das kalkhaltige Dentin ist vorne noch kalkärmer, weil die dasselbe durchziehenden kalklosen Streifen zahlreicher sind und dichter zusammenstehen.

Im Kieferknochen gibt es nur wenig Osteoidsäume; am meisten noch auf der konkaven Seite des Alveolareinganges der Nagezähne. Es sind das jene Stellen, wo die im Verlaufe des Körperwachstums erfolgende Vertiefung der Zahnalveolen durch Knochenapposition zustande kommt und darum bei Rachitis so oft kalklos gefunden werden.

Die folgenden Dickenmaße des Dentinoids sind erheblich pathologisch verdickt.

	I	II	III
a)	?	80·0 μ	5·0 μ
b)	32·5 μ	32·0 μ	12·5 μ
c)	35·0 μ	52·5 μ	20·0 μ
d)	32·5 μ	96·0 μ	20·0 μ

* * *

Fall 14. Die gelben, opaken und intakten Zähne wiesen zwei weiße, quere, dem Schmelzüberzug angehörende Flecken auf, welche an der Vorderfläche beider unteren Zähne in gleicher Höhe saßen.

Im oberen Nagezahn liegen auf der konvexen Seite im mittleren Drittel mäßig viele, isolierte Dentinkugeln an der Kalkgrenze. Ebenfalls auf der konvexen Seite an der Grenze des mittleren und hinteren Drittels finden sich zahlreiche, auf der konkaven Seite spärliche Gefäßeinwachsungen, welche eine unregelmäßig buchtige Form der Kalkgrenze zur Folge haben. Der kalkhaltige Dentinteil ist schon hinten grob-globulär und vorne grobstreifig durch Einlagerung paralleler kalkloser Streifen mit kleinen, isolierten Dentinkugeln. Trotzdem ist der Kalkgehalt nicht hochgradig verringert. Die Pulpahöhle ist an der Nagefläche weit offen, die Nagefläche des Dentins auf der konvexen Seite glatt, auf der konkaven wellig-zackig, mit den kalklosen Streifen entsprechenden Vertiefungen.

Im unteren Nagezahn sind die Verhältnisse ähnlich, nur die Gefäßeinwachsungen sind spärlicher und vorne das kalkhaltige Dentin viel kalkärmer, denn die roten Streifen sind zahlreicher, breiter, mit spärlicheren und kleineren Dentinkugeln. Die wellig-zackige Beschaffenheit der Nagefläche auf der konkaven Seite ist hier ebenso zu sehen wie am oberen Zahn.

Im Kieferknochen gibt es viele und breite Osteoidsäume, die hauptsächlich am Alveolareingang der konkaven Seite ausgebildet sind.

Das Dentinoid ist zumeist erheblich pathologisch verdickt, nur ausnahmsweise überschreitet es die normale Grenze nicht.

	I	II	III
a)	42·5 μ	90·0 μ	5·0 μ
b)	30·0 μ	37·5 μ	5·0 μ
c)	37·5 μ	62·5 μ	12·5 μ an der Spitze
d)	20·0 μ	70·0 μ	12·5 μ „ „ „

* * *

Fall 15 (Fig. 12). Ähnlich wie im vorhergehenden Falle wiesen auch hier in vivo die gelben, intakten aber opaken Nagezähne, rauhe, weiße, quer verlaufende Schmelzflecken auf.

Im oberen Nagezahn findet sich im mittleren Drittel der konkaven Seite eine breite Übergangszone mit vielen freien Dentinkugeln. Gefäßeinwachsungen sind fast nur auf der konvexen Seite vorhanden, im ganzen mäßig zahlreich, die meisten im hinteren und vorderen Drittel. Hinten verursachen sie eine buchtige Form der Kalkgrenze, vorne sieht man um die schon nekrotischen Kapillaren zum Teil noch kalklose Dentinhöfe. Der kalkhaltige Dentinteil ist hinten von normalem Aussehen, in der Mitte schon globulär und vorne darum sehr unvollständig verkalkt, weil er von mehreren Streifen durchzogen ist, in denen die sehr geringe Kalkmenge allein durch isoliert liegende, kleine Dentinkugeln repräsentiert ist. An der Nagefläche ist die Mächtigkeit des Dentins gering, der Pulpakanal weit. Die Nagefläche ist im Bereiche des kalkhaltigen Teiles glatt (vgl. Fig. 12 *b*), im Bereiche des kalkarmen zackig-zerfranst (vgl. Fig. 12 *a*). Die bloßliegende Pulpa ist von Bakterienmassen bedeckt, von der Nagefläche geht ein Spalt aus, der zwischen zwei kalkarmen Dentinschichten liegt und außer roten Blutkörperchen auch Bakterienmassen enthält, die senkrecht vom Spalt weg auch in die Dentinkanälchen eingewachsen sind.

Am unteren Nagezahn sind die Verhältnisse im allgemeinen dieselben, nur sind die Gefäßeinwachsungen viel spärlicher und nur auf das mittlere Drittel der konvexen Seite beschränkt, an der Nagefläche ist der Pulpakanal eng und die Pulpa von Bakterienmassen belegt und eitrig entzündet. Die Kalkarmut des Dentins ist noch stärker entwickelt als am oberen Zahn; schon das Dentinoid ist breiter und bis an die Zahnspitze verfolgbar, der gut verkalkte Teil (*b*) nimmt nur $^1/_6$ bis $^1/_4$ der Dentindicke ein und ist auch von feinen kalklosen Streifen durchzogen. Der übrige Teil des Dentins (*d*) ist nur ganz blaßblau gefärbt, »anverkalkt«, und führt Streifen kalklosen Dentins, in dem kleine, blasse, oft weit auseinander liegende Dentinkugeln liegen (*e*).

Im Kieferknochen allenthalben Osteoidsäume, die am Alveolareingang der Nagezähne nicht dicker sind als anderwärts.

Die folgenden Dickenmaße des Dentinoids sind gegen die Norm durchwegs, aber nur zum Teil erheblich pathologisch vergrößert.

	I	II	III
a)	32·5 μ	62·5 μ	12·5 μ
b)	25·0 μ	57·5 μ	12·5 μ
c)	30·0 μ	80·0 μ	7·5 μ an der Spitze
d)	25·0 μ	112·0 μ	30·0 μ „ „ „

* * *

Fall 16 (Fig. 13 bis 16). Die kräftig entwickelten gelben Nagezähne waren beim lebenden Tier opak.

Im oberen Nagezahn ist die Kalkgrenze hinten auf der konvexen Seite stellenweise sehr breit, mit großen isolierten Dentinkugeln (Fig. 14*a*). Dies ist viel stärker entwickelt als es nach dem in Fig. 14 abgebildeten Schnitte scheinen könnte. Der äußere, kalkhaltige Teil (Fig. 14 *c*) ist zum großen Teil schmäler als das Dentinoid (Fig. 14 *b*). Gefäßeinwachsungen (Fig. 14 *d*) sind zahlreich, auf der konvexen Seite mit Ausnahme des hintersten und vordersten Zahnendes überall, auf der konkaven nur vorne und spärlich zu finden. Diese Gefäßeinwachsungen erzeugen stellenweise (Fig. 13 *k*) eine tiefbuchtige Kalkgrenze und haben vorne oft einen kalklosen Dentinhof. Der kalkhaltige Teil ist im allgemeinen (Fig. 14 *c*) und auf der konkaven Seite selbst am vordersten Zahnende noch sehr dünn (Fig. 13 *d*). Hinten hat das kalkhaltige Dentin einen globulären Aufbau (Fig. 16 *b*), vorne ist es in der bekannten Weise von parallelen, breiten, kalklosen Streifen durchzogen, die isolierte und konfluierende Dentinkugeln enthalten (vgl. Fig. 15 *d*). So ist also das kalkhaltige Dentin nicht nur dünn, sondern auch sehr unvollkommen verkalkt. An der Nagefläche liegt die Pulpa (Fig. 13 *e*) weit offen, ist von Bakterienmassen bewachsen und entzündet und die Nagefläche des Dentins ist stufig zersplittert und stellenweise ebenfalls mit Bakterien bewachsen, die manchmal in einen parallel zu den Schichten verlaufenden Spalt oder in die Dentinkanälchen hineinziehen.

Sehr bemerkenswert ist das Verhalten des Schmelzes. Dieser ist, wie gewöhnlich, hinten erhalten und normal dick (Fig. 14 *e*) und hört vorne (bei *f*) auf, da er in der Entkalkungsflüssigkeit wie immer zerfiel und verloren ging. Mehr vorne aber ist er abnormerweise wieder erhalten, aber nach außen buchtig begrenzt und pathologisch verdünnt, und auch das darüber liegende Schmelzepithel ist pathologisch, nämlich nur zweischichtig, mit zylindrischem Zellager am Schmelz und einem kubischen am Bindegewebe. Etwas weiter nach vorne ist das Schmelzepithel wieder normal, mehrschichtig, entsendet wurzelartige Fortsätze ins Bindegewebe, aber auch der Schmelz selbst verhält sich an dieser Stelle wie normal, er ist ausgefallen. — An einer anderen, mehr nach hinten gelegenen Stelle ist das Schmelzepithel auf ein einschichtiges Lager niedrig kubischer Zellen reduziert, das dem Dentin direkt anliegt, das heißt, es fehlt hier der Schmelz überhaupt. Daß dieser Schmelzdefekt kein Kunstprodukt ist, erkennt man daran, daß ja erstens das Epithel dieser Stelle so hochgradig verändert ist, ferner daran, daß der zu beiden Seiten erhaltene Schmelz gegen die Defektstelle zu immer niedrigere Säulen aufweist, die schließlich ganz aufhören. Endlich sieht man im Schmelzepithel stellenweise kleine, Schmelzkugeln enthaltende Höhlen und an solchen Stellen sind die ins Bindegewebe getauchten Epithelfortsätze auch voll von braunen Körnchen.

Diese Schmelzveränderungen sind darum bemerkenswert, weil sie identisch sind mit denjenigen, welche, wie ich seinerzeit nachgewiesen habe, nach EK.-Exstirpation bei den Tetanietieren entstehen und welche später Fleischmann auch bei der spontanen Tetanie der Kinder fand. Es kommen also die gleichen Veränderungen, wenn auch vielleicht seltener, auch bei der spontanen Rachitis vor und vielleicht deuten sie darauf hin, daß dieses Tier an spontaner Tetanie litt.

Am unteren Nagezahn sind die Dentin- und Schmelzveränderungen im ganzen die gleichen wie im oberen Nagezahn, nur sind hier weniger Gefäßeinwachsungen zu sehen, das kalkhaltige Dentin ist vorne noch kalkärmer, weil die kalkfreien Schichten (Fig. 15*d*) mit den isolierten Dentinkugeln zahlreicher und breiter sind und die Nagefläche ist geradezu feinpinselig aufgesplittert.

Im Kieferknochen gibt es viele und breite Osteoidsäume, welche am dicksten sind am Alveolareingang des Nagezahnes auf der konkaven Seite (Fig. 13*g*).

Die Dicke des Dentinoids, welche an beiden Nagezähnen bis zur Nagefläche reicht (Fig. 13*a*), ist fast überall, zum Teil selbst maximal pathologisch vermehrt.

	I	II	III
a)	40·0 μ	96 μ	16·0 μ an der Spitze
b)	24·0 μ	96 μ	48·0 μ » » »
c)	37·5 μ	80 μ	12·5 μ » » »
d)	20·0 μ	128 μ	10·0 μ » » »

* * *

Fall 17. In vivo waren die Nagezähne kräftig, gelb, opak und der rechte untere wies dem Schmelzüberzug angehörende opakweiße Querstreifen auf. Am selben Zahn brach wenige Tage vor der Tötung des Tieres die Spitze ab, was eine geringe Verlängerung des rechten oberen Nagezahnes zur Folge hatte.

An der Nagefläche des oberen Zahnes liegt die Pulpa sehr weit offen und ist hier nekrotisch, auf der konvexen Seite ist der kalkhaltige Dentinteil unvollkommen verkalkt, denn er ist hinten globulär und vorne grob-streifig durch Einlagerung vieler kalkloser Streifen. Dasselbe in höherem Maße ist auf der konkaven Seite zu sehen. Wo die kalklosen Zwischenschichten an der Nagefläche bloßliegen, ist diese nicht glatt, sondern zackig ausgebrochen, splitterig. An der Kalkgrenze sieht man nicht sehr viele freie Dentinkugeln. Gefäßeinwachsungen sind fast keine vorhanden. Das Dentinoid reicht bis an die Nagefläche.

Die Pulpa des unteren Nagezahnes ist in der vorderen Zahnhälfte nekrotisch und liegt an der Nagefläche nur mit einer ganz kleinen Oberfläche frei. Der kalkhaltige Dentinteil ist im hinteren Drittel vollkommen gut verkalkt, im mittleren Drittel wird er schon globulär und im vordersten Drittel ist er durch Einlagerung zahlreicher, breiter, kalkloser Streifen sehr mangelhaft verkalkt. Das Dentinoid reicht fast bis an die Zahnspitze heran.

Der Kieferknochen hat überall zahlreiche, mäßig breite Osteoidsäume, besonders breit aber sind sie am Alveolareingang der Nagezähne, wo eine gewaltige Osteoidmasse liegt, in deren Zentrum ein verkalkter blauer Anteil mit prächtigen, kalklosen, roten Sharpey'schen Fasern in Längs- und Querschnitten zu sehen ist.

Das Dentinoid ist, wenn auch nicht maximal, so doch deutlich pathologisch verdickt.

	I	II	III
a)	32·5 μ	75·0 μ	2·5 μ an der Spitze
b)	22·5 μ	32·5 μ	15·0 μ » » »
c)	?	52·0 μ	10·0 μ fast » » »
d)	?	30·0 μ	5·0 μ » » » »

* * *

Fall 18. Die Nagezähne waren in vivo gelb, opak und zur Zeit als das Tier in den Versuch eingestellt wurde, war der linke untere Nagezahn etwas kürzer, der linke obere etwas länger. Als das Tier 15 Tage später getötet wurde, waren diese Differenzen wieder ausgeglichen, aber die sehr kräftigen Zähne doch noch opak und gelb.

Im oberen Nagezahn ist der kalkhaltige Dentinteil hinten globulär, vorne ist er durch Einlagerung kalkloser Streifen noch kalkärmer und enthält daselbst überdies auf der konvexen und konkaven Seite recht viele eingewachsene Gefäße, die, zum Teil wenigstens, von kalklosen Höfen umgeben sind, wodurch die Kalkgrenze wellig ist.

Im unteren Nagezahn ist, wie gewöhnlich bei Rachitis, der Kalkgehalt des verkalkten Dentins noch geringer als im oberen. Zwar sind hier im vorderen Teil Gefäßeinwachsungen äußerst spärlich, aber die parallel eingelagerten roten Streifen mit kleineren und größeren, isolierten und konfluierenden Dentinkugeln zahlreicher und breiter. Auch hinten finden sich an der Kalkgrenze manchmal isolierte Dentinkugeln.

Am Kieferknochen sind Osteoidsäume in ansehnlicher Dicke und Zahl anzutreffen, am dicksten am Alveolareingang auf der konvexen Seite des unteren und der konkaven Seite des oberen Nagezahnes.

Die Dicke des Dentinoids ist weder durchwegs noch maximal vermehrt. Doch reicht das Dentinoid trotz der Pulpanekrose im vorderen Zahndrittel bis oder fast bis zur Nagefläche.

	I	II	III
a)	32·5 μ	50·0 μ	10 μ an der Spitze
b)	20·0 μ	17·5 μ	5 μ fast » » »
c)	25·0 μ	42·5 μ	5 μ » » » »
d)	20·0 μ	25·0 μ	10 μ » » » »

* * *

Fall 19 (Fig. 17). Im Leben waren die Nagezähne gelb, total opak. Wenige Tage vor dem Tode brach die Spitze des linken unteren Zahnes ab, was eine Verlängerung des linken oberen zur Folge hatte.

Die Pulpa des oberen Nagezahnes ist im allgemeinen stark hyperämisch und nur am vordersten Ende nekrotisch. An der Kalkgrenze der konvexen Seite liegen hinten isolierte Dentinkugeln im Dentinoid. Vorne ist selbst der kalkhaltige Dentinteil als kalkarm zu bezeichnen, denn er enthält auf der konvexen Seite viele, große, kalklose Interglobulärräume, die auf der konkaven Seite zu vielen, parallelen, kalklosen Streifen zusammentreten. Wo an der Nagefläche kalkhaltiges Dentin freiliegt, ist diese absolut glatt. Wo kalkloses Detin freiliegt, ist sie rauh und blaue Bakterienmassen wachsen in die Dentinkanälchen hinein. An der konvexen Seite sind ferner hinten die Kapillaren der Odontoblastenschicht stark hyperämisch und viele Kapillarschlingen ins Dentin eingewachsen. Im hinteren Drittel hat diese Gefäßeinwachsung eine starke Verbreiterung des Dentinoids zur Folge; im mittleren Zahndrittel, wo die Kapillaren bereits ins kalkhaltige Dentin zu liegen kommen, sind sie noch immer von kalklosen Höfen umgeben; diese sind sogar noch im vordersten Drittel in den jüngeren Schichten zu finden, während in den älteren, schon ganz verkalkten Schichten an der Stelle der bereits nekrotischen Kapillaren leere Kanäle ausgespart sind. Auf der konkaven Seite spielen Gefäßeinwachsungen fast gar keine Rolle.

Am unteren Nagezahn ist der Befund im ganzen der gleiche, nur fehlen hier Gefäßeinwachsungen fast ganz und die Kalkarmut des vorderen Zahndrittels ist noch viel ausgesprochener.

Im Kieferknochen gibt es sehr breite Osteoidsäume. Eine von massenhaften Sharpey'schen Fasern durchzogene, mächtige Osteoidmasse liegt am Alveolareingang des Kieferknochens (Fig. 17 *o*).

Das Dentinoid ist nicht durchwegs, aber ansehnlich verbreitert und reicht an beiden Zähnen bis zur Nagefläche.

	I	II	III
a)	37·5 μ	75·0 μ	7·5 μ an der Spitze
b)	27·5 μ	60·0 μ	7·5 μ » » »
c)	25·0 μ	62·5 μ	10·0 μ » » »
d)	17·5 μ	97·5 μ	12·5 μ » » »

* * *

Fall 20. Im Gegensatz zu fast allen anderen Rachitisfällen waren hier die Nagezähne nicht nur intakt und gelb, sondern auch durchscheinend wie beim normalen Tier.

Der kalkhaltige Dentinteil ist unvollkommen verkalkt, denn er ist hinten grob globulär, vorne streifig, das heißt von breiten Streifen sehr kalkarmen Dentins durchzogen. Die Übergangszone vom kalkhaltigen zum kalklosen Dentin ist pathologisch breit und besteht aus ganz frei liegenden Dentinkugeln. Diese pathologischen Verhältnisse sind am unteren Nagezahn bei weitem nicht so ausgesprochen wie am oberen. Die Ursache dafür ist eine im unteren Nagezahn vorliegende, sehr weitgehende regressive Veränderung der Pulpa, die dazu führte, daß der Zahn fast bis ans hintere Ende hohl ist, eine Veränderung, die nach früheren Erfahrungen eine Verbesserung der Dentinverkalkung nach sich zieht. Da in vivo bei der Beurteilung des Gebisses so gut wie ausschließlich auf die unteren Nagezähne geachtet wurde, erklärt es sich, warum hier angegeben ist, die Zähne seien gelb und durchscheinend, also normal gewesen.

Die Dicke des Dentinoids ist wohl pathologisch aber nirgends maximal verdickt.

	I	II	III
a)	32·5 μ	62·5 μ	3·8 μ
b)	25·0 μ	37·5 μ	7·5 μ
c)	?	45·0 μ	10·0 μ
d)	?	20·0 μ	7·5 μ

* * *

Fall 21 (Fig 18). Die Nagezähne waren, als das Tier in den Versuch eingestellt wurde, gelb, durchscheinend und intakt, somit ganz normal. Nach 45 Tagen konnte konstatiert werden, daß die Nagezähne schon deutlich von ihrer durchscheinenden Beschaffenheit eingebüßt haben und am 75. Versuchstage waren sie bereits ausgesprochen opak und beim Beißen in die Zange brach die Spitze des linken oberen Nagezahnes ab. Am 85. Versuchstage brach der rechte untere und der linke obere Nagezahn zur Hälfte spontan ab, und als das Tier am 120. Tage getötet wurde, waren die Zähne schon wieder normal lang, aber gelb und opak. Kurz gesagt, stellte sich im Laufe der letzten 3 Monate langsam eine Trübung der Nagezähne ein, die dabei in ihrer Festigkeit so weit herabgesetzt wurden, daß sie sogar spontan abbrachen.

Im oberen Nagezahn ist die Pulpa bis ins hintere Drittel hinein nekrotisch und die Pulpahöhle leer. Aus diesem Grunde hört das Dentinoid schon im hinteren Drittel auf und tritt weiter vorn nur fleckweise, sogar knapp vor der Spitze auf. Die Kalkgrenze ist hinten, auf der konvexen Seite, durch eine breite Zone isolierter Dentinkugeln gegeben. Der kalkhaltige Dentinteil ist auf der konvexen Seite schon hinten globulär, vorne durch Einlagerung kalkarmen Streifen mit isolierten kleinen Dentinkugeln noch kalkärmer. Auf der konkaven Seite jedoch ist das Dentin vollkommen gut verkalkt.

Im unteren Nagezahn ist der Kalkgehalt auffallend geringer als im oberen. Die Pulpanekrose reicht bis zur Mitte der Zahnlänge, trotzdem ist das Dentinoid auf der konkaven Seite bis zur Nagefläche, auf der konvexen fast so weit zu verfolgen. Auf der konvexen Seite ist die Kalkgrenze hinten nicht glatt, sondern globulär (Fig. 18*d*) und noch weiter vorne liegen an der Kalkgrenze isolierte Dentinkugeln (*g*). Das kalkhaltige Dentin ist ganz hinten (*c*) tadellos homogen verkalkt, weiter vorne (*h*) angedeutet globulär. In der Mitte der Zahnlänge ist die Kalkgrenze glatt und das kalkhaltige Dentin von normalem Aussehen. Ganz vorne aber ist es als sehr kalkarm zu bezeichnen, es ist hauptsächlich rot und enthält locker eingestreute kleine Dentinkugeln. Viel besser ist der Kalkgehalt der konkaven Seite, wo das kalkhaltige Dentin auf der ganzen Strecke dicht globulär ist, dabei die Globuli oval mit der längeren Achse parallel zur Zahnachse gestellt.

Im Kieferknochen findet sich mäßig viel Osteoid. Am Alveolareingang des oberen Nagezahnes ist das Bindegewebe entzündet und der Knochen in osteoklastischem Abbau.

Das Dentinoid ist nicht durchwegs, aber zum Teil maximal verdickt.

	I	II	III
a)	35·0 μ	80·0 μ	5·0 μ fast an der Spitze
b)	32·5 μ	87·5 μ	2·5 μ » » » »
c)	27·5 μ	87·5 μ	5·0 μ » » » »
d)	20·0 μ	50·0 μ	10·0 μ an der Spitze.

* * *

Fall 22. In vivo waren die Nagezähne im Gegensatz zu fast allen anderen Rachitisfällen nicht nur intakt und gelb, sondern ebenso durchscheinend wie beim normalen Tier.

Im oberen Nagezahn ist die Pulpa in den zwei vorderen Dritteln nekrotisch. Im mittleren Drittel ist die Grenze zwischen nekrotischer Pulpa und Dentinoid tief gezähnt, ohne daß man infolge der Pulpanekrose jetzt sagen könnte, ob dies eingewachsene Odontoblasten oder Gefäße waren. Im hinteren Drittel, wo die Pulpa nicht nekrotisch ist, stehen die Odontoblasten nicht senkrecht auf dem Dentin, sondern stark schief, und zwar so, daß die Odontoblasten der konvexen und konkaven Seite gegen die Zahnspitze konvergieren. Im entgegengesetzten Sinne, aber weniger stark schief, verlaufen die Dentinkanälchen. Das kalkhaltige Dentin ist auf der konvexen im hinteren und mittleren Drittel deutlich globulär, im vorderen Drittel in den äußeren Schichten nur leicht angedeutet globulär, in den inneren homogen

verkalkt, wenn auch nur blaßblau gefärbt. Auf der konkaven Seite ist dieVerkalkung des kalkhaltigen Dentins durchwegs normal.

Im unteren Nagezahn verhalten sich Pulpa, Odontoblasten und Dentinkanälchen genau wie im oberen. Das kalkhaltige Dentin zeigt außer einer leicht globulären Struktur der äußeren und einer lichter blauen Farbe der inneren Schichten eigentlich ganz normale Verhältnisse. Im Gegensatz zu allen anderen Rachitisfällen ist der Kalkgehalt des unteren Nagezahnes besser als der des oberen und namentlich das frei aus der Alveole herausragende vordere Drittel ist völlig normal kalkhaltig. Da aber gerade nach diesem Teil in vivo der Zustand der Nagezähne beurteilt wird, ist es leicht verständlich, warum diese völlig durchscheinenden Nagezähne in vivo als ganz normal angesehen werden konnten. Wie es aber kommt, daß dieses rachitische aber marantische Tier in seinen Nagezähnen so wenig pathologische Kalkverhältnisse darbietet, das wird an anderer Stelle besprochen werden.

Im Kieferknochen konnte fast gar kein Osteoid nachgewiesen werden.

Das Dentinoid war zum Teil gar nicht, zur Teil nur in ganz geringem Maße verdickt. Trotz der Pulpanekrose im vorderen Zahnabschnitt reicht aber das Dentinoid bemerkenswerterweise im oberen Zahn bis zur Nagefläche.

	I	II	III
a)	25·0 μ	50·0 μ	15 μ an der Spitze
b)	17·5 μ	20·0 μ	15 μ » » »
c)	20·0 μ	42·5 μ	5 μ
d)	10·0 μ	25·0 μ	5 μ

* * *

Fall 23. In vivo waren die Nagezähne intakt, gelb, aber ganz opak.

Im oberen Nagezahn ist die Pulpa fast in der ganzen vorderen Hälfte nekrotisch. Im hinteren, nicht nekrotischen Teil stehen die Odontoblasten schief auf dem Dentin, und zwar so, daß die der konvexen und konkaven Seite gegen die Zahnspitze konvergieren. Der kalkhaltige Dentinteil ist auf der konvexen Seite im hinteren Drittel schon globulär gebaut und zeigt eine breite, globuläre Übergangszone, im mittleren Drittel ist das Dentin in toto, im vorderen nur in den äußeren Schichten globulär, in den inneren homogen verkalkt. Auf der konkaven Seite ist das kalkhaltige Dentin im hinteren und mittleren Drittel globulär, wiewohl nach vorne weniger, und die Globuli sind nicht rund, sondern oval und parallel zur Zahnachse gestellt; im vorderen Drittel jedoch liegt auf der konkaven Seite an der Pulpa eine gewaltige Masse von bis an die Nagefläche verfolgbarem Dentinoid, das von tief und zahlreich eingewachsenen Gefäßen tief gezähnt ist, während die äußeren Schichten diffus, aber ganz leicht verkalkt, ganz blaßblau sind. Dementsprechend ist die Nagefläche auf der konkaven Seite bröckelig-zähnelig.

Im unteren Nagezahn ist die Pulpa noch weiter nach hinten nekrotisch, die Odontoblasten stehen aber senkrecht auf dem Dentin. Die Kalkgrenze ist im hinteren Drittel globulär und weist isolierte Dentinkugeln auf. Der verkalkte Dentinteil ist auf der konvexen und konkaven Seite im hinteren Drittel gänzlich globulär, im mittleren und vorderen Drittel nur in den äußeren Schichten, während die inneren homogen und gut verkalkt sind. Im globulären Teil sind die Dentinkugeln groß, aber auch die kalklosen Interglobularräume.

Der Kieferknochen ist im allgemeinen gut verkalkt, ansehnliche Osteoidmengen findet man in der Auskleidung Volkmann'scher Kanäle und am Alveolareingang beider Nagezähne. Auf der konvexen Seite des unteren Nagezahnes ist die Alveolarwand auf eine lange Strecke stark verdickt und von einer kompakten Osteoidmasse gebildet.

Das Dentinoid ist nicht durchwegs und nur ganz mäßig verdickt.

	I	II	III
a)	30·0 μ	50·0 μ	5 μ fast an der Spitze
b)	20·0 μ	37·5 μ	5 μ » » »
c)	27·5 μ	50·0 μ	5 μ » » »
d)	20·0 μ	35·0 μ	5 μ » » »

* * *

B. Das histologische Bild der rachitischen Nagezähne.

Bevor wir zu den histologischen Veränderungen übergehen, seien einige Punkte über das Verhalten der Nagezähne in vivo beim rachitischen Tier vorausgeschickt. Im Gegensatz zu der konstant durchscheinenden Beschaffenheit der Nagezähne beim normalen Tier, sind diese in typischer Weise bei den Rachitistieren opak, woran die Rachitis in vivo erkannt werden kann. Wie ich seinerzeit nachgewiesen habe, findet sich das Opakwerden der Nagezähne in ganz gleicher Weise nach Ek.-Exstirpation ebenfalls. Die gelblich-bräunliche Farbe der Zähne bleibt jedoch bei der Rachitis unverändert. Die transparente Beschaffenheit des normalen Zahnes erklärt sich aus dem homogenen Kalkgehalt des Dentins (Fig. 11*a*), die opake aus grober Unhomogenität des Kalkgehaltes (Fig. 15*d*). Dadurch, daß verkalktes und kalkloses Dentin von ungleichem Brechungsindex innigst untereinander gemischt sind, geht die transparente Beschaffenheit des Dentins verloren. Diese Inhomogenität ist histologisch in der Regel im vordersten Drittel des unteren Nagezahnes am ausgesprochensten, und gerade dieser freiliegende Teil des unteren Nagezahnes wurde, wie oben ausgeführt, zur makroskopischen Beurteilung der Nagezähne herangezogen, wozu er sich besser eignet als der obere. Überschreitet die Inhomogenität ein gewisses geringes Maß nicht, so bleibt der Zahn transparent, wie wir das bei unseren normalen Fällen 3 und 6 zu sehen Gelegenheit hatten.

Von Interesse war der Fall 21, bei dem sich die Rachitis erst im Laufe der Beobachtung entwickelte und bei dem im Anfang die Nagezähne noch durchscheinend waren, um später immer mehr und mehr und zum Schluß völlig opak zu werden. Der Fall erinnert auf das lebhafteste an das ganz gleiche Verhalten der Nagezähne nach Ek.-Exstirpation, wobei das Opakwerden der Zähne auch den gleichen Grund hat.

Die Fälle 20 und 22 bilden insofern eine Ausnahme, als bei ihnen die Nagezähne nicht opak, sondern durchscheinend waren. Die histologische Untersuchung brachte die Aufklärung. Im Falle 20 war die Pulpa des unteren Nagezahnes fast bis an das hintere Ende nekrotisch und die Pulpahöhle fast leer. Diese Veränderung hängt mit der Rachitis nicht zusammen, findet sich auch außerhalb dieser und hat nach den von Toyofuku mitgeteilten Erfahrungen einen besseren Kalkgehalt des Dentis zur Folge. So war es auch im Falle 20. Während sonst die Zone mit unhomogenem Kalkgehalt regelmäßig am unteren Nagezahn ausgeprägter ist als am oberen, war es hier umgekehrt, ja im unteren Nagezahn war die Verkalkung des Dentins aus dem genannten Grunde sogar so wenig inhomogen, daß er transparent war wie ein normaler. — Im Falle 22 war die rachitische Vermehrung des Dentinoids im Nagezahn im allgemeinen, aus Gründen des Marasmus, wie wir später hören werden, sehr gering, zum großen Teil überhaupt nicht vorhanden und gerade das vorderste Drittel des unteren Nagezahnes, auf den es ja hier hauptsächlich ankommt, war in Bezug auf den Kalkgehalt ganz normal. Dies erklärt die durchscheinende Beschaffenheit.

In den Fällen 14, 15 und 17 fanden sich an den unteren Zähnen genau wie bei den seinerzeit parathyreoidektomierten Ratten, rauhe, weiß-opake, quere Streifen, die, wenn sie sich an beiden Zähnen fanden, in gleicher Höhe standen und ausschließlich an der vorderen Fläche, die den Schmelzüberzug trägt, zu finden waren. Sie gehören auch in der Tat dem Schmelze an und deuten auf eine pathologische Beschaffenheit desselben hin. Diese Veränderung gleicht vollkommen der, wie sie sich nach der Ek.-Exstirpation einzustellen pflegt, wovon noch eingehend die Rede sein soll. Es könnte scheinen, als ob diese Schmelzveränderung bei der Spontanrachitis seltener vorkomme als nach Ek.-Exstirpation. Doch ist zu bedenken, daß unsere seinerzeitigen Exstirpationsversuche sich auf viele Wochen und Monate erstreckten, in deren Verlaufe solche Schmelzflecken mehrfach erschienen und mit dem Wachstum des Zahnes wieder verschwanden, während unser jetziges Material bloß 15 Tage in Beobachtung stand. Wir sind somit durchaus nicht berechtigt, zu behaupten, daß Schmelzveränderungen bei der Spontanrachitis

seltener seien als nach Ek.-Exstirpation; nur soviel darf gesagt werden, daß in der kurzen Beobachtungszeit Schmelzflecken bloß bei 3 Tieren beobachtet wurden.

Hohlbaum, der neuestens mit positiven Resultaten eine Nachprüfung der parathyreopriven Nagezahnveränderungen vorgenommen hatte, berichtet, daß er auch an zwei nicht operierten Ratten Schmelzflecken und Kalkverarmung des Dentins gesehen habe. Diese Veränderungen erklärt er als identisch mit den parathyreopriven doch mehr chronisch verlaufend, sagt aber nicht, daß dies Rachitis sei.

Auch das Vorkommen von Frakturen der Nagezähne bei unseren spontanrachitischen Tieren erinnert an das gleiche Verhalten nach Ek.-Exstirpation. In drei Fällen brachen die Nagezähne ab, als das Tier angefaßt wurde und zur Abwehr in die Zange biß, in fünf Fällen aber erfolgten die Frakturen unbeobachtet und gewiß bei geringfügigerer Veranlassung. Für die Ursache der Zahnfrakturen ist es bezeichnend, daß unter den fünf genannten sich alle unsere vier Tiere mit höchstgradiger Rachitis fanden. Die Kalkverarmung des Dentins ist hier ebenso die Ursache der herabgesetzten Festigkeit wie nach Ek.-Exstirpation. Es brach der extraalveoläre Zahnanteil entweder ganz oder halb ab oder aber bloß die Zahnspitze. Es brach der untere Nagezahn viel häufiger als der obere, denn er ist dünner und sein extraalveolärer Teil länger; einige Zeit nach der Fraktur erschien der gegenüberstehende Zahn infolge Ausbleibens der Abnutzung verlängert. Ob die Zahnfrakturen bei Spontanrachitis konstant vorkommen oder nicht, hätte sich nur bei einer langen Beobachtungsdauer ermitteln lassen, denn während der fünfzehntägigen Beobachtung kam es sowohl vor, daß Zahnfrakturen zu Anfang des Versuches fehlten, am Ende des Versuches aber da waren, als auch umgekehrt, daß die zu Anfang des Versuches vorhanden gewesenen Frakturen am Versuchsende durch Nachwachsen der gebrochenen Zähne wieder spurlos ausgeglichen waren. Es folgt daraus, daß man aus dem Fehlen von Zahnbrüchen nicht darauf schließen darf, daß sie sich bisher noch nicht ereignet hatten.

* * *

Von pathologischen Veränderungen der Pulpa (Fig. 13, 17*f*) ist bei Rachitis nicht viel zu berichten. Auch unter den Rachitisfällen fanden sich solche, bei denen die Pulpanekrose sich nicht allein auf die Spitze oder das vordere Drittel des Zahnes beschränkte, sondern über die Hälfte (Fig. 13*i*), über zwei Drittel des Zahnes, ja fast bis zu seinem hinteren Ende sich erstreckte. Daß dieses Verhalten eine Verbesserung des Kalkgehaltes im Dentin zur Folge haben kann, haben wir schon gelegentlich des Falles 20 gesehen. Ist aber der Grad der Rachitis sehr bedeutend, so kann trotz ausgedehnter Pulpanekrose der Kalkgehalt des Dentins gering sein (Fig. 13*a*), und wie zum Beispiel im unteren Zahn des Falles 21 das Dentinoid abnormerweise sogar bis an die Nagefläche reichen. In einem solchen Falle ist die der nekrotischen Pulpa zugewendete Oberfläche des Dentinoids nicht glatt, sondern oft gezähnt.

Bei schweren Rachitisfällen sind die Pulpagefäße (Fig. 13*i*) zuweilen stärker gefüllt (vgl. Fig. 11 und 18) und diese Hyperämie betrifft dann in schönster Weise auch das die Odontoblastenschicht durchziehende Kapillarnetz (Fig. 18*e*). In beiden mit Marasmus kombinierten Fällen von Rachitis sah man ferner, daß die Odontoblasten nicht, wie gewöhnlich, senkrecht auf das Dentin gerichtet waren, sondern in der Weise schief standen, daß im Schnittbild die der konvexen mit denen der konkaven Seite gegen die Zahnspitze konvergierten. Auch die Dentinkanälchen verliefen im Falle 22 schief, aber weniger stark und im entgegengesetzten Sinne als die Odontoblasten. Dort, wo das Pulpagewebe an der Nagefläche bloßlag, war es zuweilen mit Bakterien bewachsen und hie und da auch eitrig entzündet.

Das wichtigste Charakteristikon der rachitischen Veränderung des Nagezahnes ist die pathologische Kalkarmut des Dentins und diese Veränderung ist oft bis ins feinste Detail identisch mit jener, wie sie sich absolut konstant nach der Entfernung der Ek. einstellt. Diese Kalkarmut drückt sich darin aus, daß die Breite des Dentinoidsaumes die normalen Maße oft in exzessivem Grade überschreitet (Fig. 14, 15, 18*b*, 16*a*, 13*k*, 17*k*—*D*) und zwischen das vollkommen gut verkalkte (Fig. 18, 15*c*) und das vollkommen kalklose Dentin eine bald ganz schmale (Fig. 18*g*), bald das übrige Dentin an Dicke mehr oder

weniger übertreffende Übergangszone eingeschoben ist (Fig. 15*d*), in der das Dentin nur zum Teil, also unvollkommen verkalkt ist. Ganz zu äußerst findet sich aber stets noch eine bald dicke, bald nur ganz dünne Schicht (Fig. 12*b*, 13*d*, 15, 14*c*, 17*d*, Fig. 18*h*), welche vollkommen oder fast vollkommen normal verkalkt ist.

Diese drei verschiedenen Schichten gehen wir der Reihe nach durch und beginnen mit der innersten, völlig kalklosen (Fig. 14, 15, 18*b*, 16*a*). Daß eine Dentinoidschicht an der Innenfläche des Dentins zeitlebens auch normaliter vorkommt (Fig. 11*b*), ist schon gesagt worden, doch ist sie nur auf die zwei hinteren Drittel oder eine noch kürzere Strecke beschränkt und recht dünn, wenn auch durchschnittlich etwa dreimal so dick als das Dentinoid der Backenzähne und mehr als dreimal so dick als die Osteoidsäume im Skelett. Schon ein Blick auf die Diagramme XVI bis XXIII (Tafel X) genügt, um sich zu überzeugen, daß bei der Rachitis die Dentinoiddicke in der Regel größer ist als normal, aber nicht etwa dreimal dicker als im rachitischen Backenzahn, vielfach sogar geringer als in diesem. Wir haben am Nagezahn, wie schon in einer früheren Arbeit einmal hervorgehoben wurde, ein sehr feinfühliges Reagens, das uns auf morphologischem Wege einen Einblick in die intimsten Vorgänge des Kalkstoffwechsels gestattet und das bewährt sich auch bei der Rachitis. Denn der Nagezahn hat einen ganz gleichmäßig vor sich gehenden Anbau, so daß die Dentinschichten täglich in gleicher Dicke angesetzt werden und an diesen hinterläßt der jeweilige Zustand des Kalkstoffwechsels automatisch seine Spuren, die leicht entzifferbar sind. Leider wird der Wert dieser besonderen Eigenschaften durch die schon beim normalen Nagezahn erwähnten, rein technischen Schwierigkeiten der Schnittführung einigermaßen beeinträchtigt.

Wie beim normalen Nagezahn, so wollen wir auch beim rachitischen den Wert I und II vergleichen. Machen wir das so, daß wir in jedem Einzelnfall die Werte vergleichen, so kommen wir zu dem Ergebnis, daß Wert I in der weit überwiegenden Mehrzahl der Fälle kleiner ist als II. Der Wert III ist aber, so wie beim normalen Tier, so auch bei der Rachitis der kleinste. Während also normaliter die Dentinoiddicke von hinten nach vorne kontinuierlich abnahm, nimmt sie bei Rachitis nach vorne zuerst zu, um erst ganz vorne abzunehmen.

Vergleichen wir jetzt die Dentinoiddicke auf der konvexen und konkaven Seite, und zwar zuerst wie beim normalen Nagezahn durch Gegenüberstellung sowohl der Maxima, als auch der Minima. Beim normalen Zahn war das Dentinoid der konvexen Seite ausnahmslos dicker als das der konkaven, beim rachitischen Nagezahn ist dies ebenfalls, wenn auch nicht ausnahmslos der Fall. Die Unterschiede sind bei Rachitis relativ nicht größer als normal und überhaupt nicht sehr groß; der eine Wert ist höchstens etwas mehr als ums doppelte größer.

Eine Ausnahme bildet hier das Maximum des Diagramms XXI (87·5 μ), welches geringer ist als das des Diagramms XXIII (128 μ), so daß hier am unteren Zahn die konvexe, und nicht wie sonst die konkave Seite des Dentins von der Verkalkung bevorzugt wird. Ein solches Verhalten sehen wir auf den Querschnitten VII_{6-8}, Tafel 11 des VII. Bandes der Frankfurter Zeitschrift für Pathologie wiedergegeben. Worauf dieses Verhalten beruht, läßt sich mit Sicherheit nicht sagen, höchstens vermuten, da wir über die Beschaffenheit des Schmelzes, der für die Festigkeit des Zahnes natürlich nicht gleichgültig ist, keinerlei Auskunft zu erteilen vermögen. Sollte aber der Schmelz in einem solchen Rachitisfalle in seiner Festigkeit ebenfalls gelitten haben, so wäre es begreiflich, daß, kompensatorisch sozusagen, eine bessere Dentinverkalkung der konvexen Seite am Platze wäre. Von diesen Ausnahmen abgesehen, ist aber zum weitaus größten Teil auch bei Rachitis das Dentinoid auf der konvexen Seite dicker als auf der konkaven, zu welchem Resultate wir auch dann kommen, wenn wir die entsprechenden Zahlen in jedem einzelnen Falle miteinander vergleichen. Unter 60 solchen Vergleichen fiel das Resultat 47mal im gedachten, 9mal im umgekehrten Sinne aus, 1 mal waren beide Werte gleich, 3mal konnte der Vergleich wegen Fehlens eines der Maße nicht durchgeführt werden.

Ein Vergleich der Dentinoidbreite im oberen und unteren Nagezahn führte beim normalen Tier zu keinem klaren Resultat, bei den Rachitistieren ist soviel zumindest ganz klar, daß in der Regel, wenn auch nicht ausnahmslos, im oberen Zahn des Dentinoid der konvexen Seite dicker ist als im unteren;

wie wenn die konvexe Seite des unteren Nagezahnes im Vergleich mit der des oberen calcioprotektives Gebiet wäre. Wenn wir aber die Dentinoiddicke der konkaven Seite im oberen und unteren Zahn vergleichen, so kommen wir zu nicht ganz eindeutigen Resultaten.

Nachdem wir uns nun überzeugt haben, daß die Dentinoidbreite im rachitischen Nagezahn pathologisch vermehrt ist, wollen wir dazu übergehen, nachzusehen, welche Umstände auf die Dentinoidbreite von Einfluß sind. Zunächst das Alter des Tieres. Es ist anzunehmen, daß das Wachstum des Nagezahnes eines ganz jungen Tieres in rascherem Tempo vor sich geht, als das eines älteren. Das hätte bei vorhandener Rachitis zur Folge (bei Gleichheit der übrigen Bedingungen), daß die Dentinoidbreite beim jungen Tier größer ausfallen müßte als beim alten, denn das Dentin rollt beim jungen Tier schneller ab und hat zur Kalkaufnahme weniger Gelegenheit. Ein Beispiel: Tier 9 ist das jüngste, Tier 12 das älteste der Reihe. Ein Vergleich beider ist darum als streng zu bezeichnen, weil bei Tier 12 die Rachitis viel schwerer war als bei Tier 9, wenn auch an und für sich noch mäßig. Trotzdem sind die Dentinoidmaße 1 und 2 bei Tier 9 größer als bei Tier 12, nur einmal sind beide gleich groß. Während der Fall 9 unter den acht in den Diagrammen enthaltenen Maßen 7mal die normale Grenze überschritt, ist dies im Falle 12 nur 4mal der Fall und überdies noch in geringerem Maße als bei Tier 9. Es geht daraus klar hervor, daß bei Rachitis die Dentinoiddicke im jugendlichen Alter größer ausfällt als im vorgeschrittenen, während bei den normalen Tieren der Altersunterschied von keinem Einfluß auf die Dentinoiddicke war.

Eigentlich selbstverständlich ist es ferner, daß die Dentinoidbreite vom Grade der Rachitis abhängen wird. Fall 11 mit geringfügiger und Fall 16 mit schwerer Rachitis geben darum wieder einen recht strengen Vergleich, weil Fall 11 nicht unwesentlich jünger war als Fall 16 und darum eigentlich ein breiteres Dentinoid aufweisen sollte. Doch ist im Falle 16 die Rachitis um soviel schwerer, daß in Wirklichkeit das Dentinoid durchwegs dicker, in manchen Maßen sogar sehr bedeutend viel dicker ist als bei Fall 11. So glatt fällt aber der Vergleich nicht in jedem Falle aus, wie in diesen zwei ausgesuchten Beispielen, wofür, zum Teil wenigstens, die schon erwähnten Mängel der Technik mit verantwortlich zu machen sind. Mit steigendem Grade der Rachitis steigt im allgemeinen auch die Dentinoidbreite.

Unter den Diagrammen XVI bis XXIII finden sich fünf, bei denen trotz Rachitis die Maße zum Teil die normale Grenze nicht überschreiten, wenn auch die Gesamtzahl der die Normalgrenze überschreitenden Maße bei weitem viel größer ist. Es zeigt dies, daß in einem Rachitisfalle nicht alle Dentinoidmaße des Nagezahnes pathologisch groß sein müssen. Unter diesen fünf Diagrammen finden sich alle vier, die das Maß I und nur eines, das das Maß II darstellt. Es folgt daraus, daß es vor allem die Vergrößerung des Maßes II ist, in der sich die Rachitis des Nagezahnes konstant auszudrücken pflegt.

Außer der Verbreiterung des Dentinoids finden wir bei Rachitis auch noch eine Ausdehnung desselben auf eine viel längere Strecke als normal. Bei den normalen Tieren fand sich das Dentinoid nur in den zwei hinteren Zahndritteln oder sogar auf eine noch kürzere Strecke, bei den Rachitisfällen erstreckte es sich auch oft in das vordere Drittel hinein, ja es reichte oft sogar bis zur Nagefläche (Fig. 13 *a*) oder fast bis an diese heran. Teilen wir unsere Rachitisfälle in zwei Gruppen, in leichte Fälle (9 bis 15) und schwere (16 bis 21), so sehen wir, daß das Dentinoid bis oder fast bis zur Nagefläche in der ersten Gruppe 2mal unter 7 Fällen reichte, in der zweiten Gruppe 5mal unter 6 Fällen. Es drückt sich darin die Tatsache aus, daß das Dentinoid hauptsächlich bei schweren Rachitisfällen bis an die Nagefläche reicht, wie das gleiche nach meinen früheren Untersuchungen auch erst längere Zeit nach der Ek.-Exstirpation der Fall zu sein pflegt. In den 5 schwereren Fällen, in denen das der Fall war, sah man dieses Verhalten stets am oberen und unteren Nagezahn und stets an der konvexen und konkaven Seite beider, in den 2 leichteren Fällen nur an der konvexen und konkaven Seite der unteren Nagezähne.

Daß das Maß III bei den normalen Fällen sich zwischen 2·5 und 15 μ, bei den rachitischen aber zwischen 2·5 und 48 μ bewegte und recht hohe Maße zuweilen direkt an der Nagefläche abgelesen wurden, paßt zu dem bisher Gesagten vollkommen.

So wie die der Pulpa zugewendeten innersten Dentinschichten bei Rachitis der Sitz einer pathologisch großen Menge ganz kalklosen Dentins sind, so sind die äußersten, der Alveolarwand zugewendeten

Dentinlagen am besten, ja trotz Rachitis oft sogar vollkommen normal, homogen verkalkt (Fig. 12 *b*, Fig. 13, 17 *d*, Fig. 14, 15, 18 *c*, Fig. 16 *e*). Diese gut verkalkte Schicht ist stellenweise dünner als die kalklose (Fig. 14 *c*), reicht, wenn auch oft nur in geringer Mächtigkeit, bis zur Nagefläche (Fig. 12 *b*) und nimmt von hinten nach vorne an Dicke zu. Die Ursache für diese normale Verkalkung der äußersten Dentinschichten ist wahrscheinlich eine statische, denn diese Schichten sind die mechanisch meist beanspruchten.

Zwischen dem ganz kalklosen und dem vollkommen normal verkalkten Dentin ist die Grenze sehr verschieden. So glatt und linear scharf wie in normalen Fällen ist sie nur selten und höchstens mehr gegen das hinterste Zahnende zu. Weiter nach vorne wird die Grenze ganz unregelmäßig, zackig, wellig und ist durch frei im Dentinoid liegende Dentinkugeln ausgezeichnet (Fig. 14, 18), welche normaliter nur ausnahmsweise angetroffen werden. Bei Rachitis aber fehlen isolierte Dentinkugeln niemals, gehören hauptsächlich der konvexen Seite an, sind von wechselnder Größe und sehr verschieden zahlreich, bald spärlich (Fig. 14), bald zahlreicher (Fig. 18), und zuweilen so massenhaft, daß sie eine eigene, ganz unvollkommen verkalkte, in den schweren Rachitisfällen recht breite Intermediärschicht bilden.

Auf der konvexen Seite sind die Dentinkugeln meist mehr kugelig und auf der konkaven mehr oval und parallel zur Zahnachse gestellt. Schließen sich die Dentinkugeln mit der Zeit aber doch einigermaßen zusammen, so resultiert eine zwar nicht ganz normale, aber doch auch nicht ganz so schlechte Verkalkung von globulärer Struktur (Fig. 16 *b*), wie sie sich fast in jedem Rachitisfalle vorfindet.

An anderen Stellen tun sich aber die Globuli zu parallelen, recht gut verkalkten Schichten zusammen, zwischen denen das Dentin in verschieden, meist recht breiten Lagen viel kalkärmer bleibt (Fig. 15 *d*), der Hauptmasse nach kalklos ist und isolierte und konfluierte, sehr verschieden große und zahlreiche, meist locker liegende Dentinkugeln enthält. Die Kalkstreifen liegen, so weit man mikroskopisch sehen kann, offenkundig parallel zur Odontoblastenschicht, niemals zur Zahnoberfläche, wie Preiswerk-Maggi angibt, scheinen also mit den appositionellen Dentinschichten übereinzustimmen. Der exakte Beweis dafür steht aber noch aus. Es wäre auch möglich, daß die Anordnung der Kalkstreifen von statischen Momenten abhängt. Findet sich das unvollkommen verkalkte Dentin globulärer Struktur mehr im hinteren und mittleren Zahndrittel, so ist für das streifig verkalkte Dentin das vordere Drittel die eigentliche Fundstätte. Beide Formen liegen meist intermediär als Übergangszone zwischen dem völlig verkalkten und völlig kalklosen Dentin. Die streifige Dentinverkalkung zeigt, daß aus uns unbekannten Gründen die Bedingungen für die Kalkablagerung im Dentin wechseln, man könnte von Remissionen und Rezidiven sprechen, die oft merkwürdig rhythmisch aufeinander folgen (Fig. 15). Doch entsprechen diesen Remissions- und Rezidivebildern durchaus keine analogen Erscheinungen im Rippenknorpel, wie das bei der menschlichen Rippe der Fall zu sein pflegt.

Die eben geschilderte streifige, also unvollkommene Dentinverkalkung kommt in vollkommen identischer Weise auch nach Ek.-Exstirpation vor und erinnert lebhaft an die analogen von Kassowitz und Pommer geschilderten Bilder der unvollkommenen Verkalkung des Knochengewebes bei Rachitis und Osteomalacie. Namentlich Pommer spricht direkt von streifigen Inseln kalkhaltigen Knochens im kalklosen mit körnig-krümeliger Übergangszone und von einem Verschmelzen der kalkhaltigen Streifen, so daß daraus ein kalkhaltiger Knochen resultiert, der von kalklosen Streifen durchzogen wird.

Hohlbaum, der neuestens die im kalklosen Dentin liegenden kalkhaltigen Schichten nach Ek.-Esxtirpation sah, faßt sie als das Dentingewölbe stützende Strebepfeiler auf, als Schutz- und Notvorrichtung des Zahnes.

Endlich kommt bei Rachitis noch eine Art unvollkommener Dentinverkalkung vor, die in Fig. 12 *d* zu sehen ist. Das Dentin ist mehr minder homogen, aber viel lichter blau als das vollkommen verkalkte Dentin, bloß anverkalkt, und dabei leicht von kalklosem zu unterscheiden. Es findet sich namentlich im vordersten Zahndrittel. Bilder von Anverkalkung des Dentins nach Ek.-Exstirpation hat Toyofuku gegeben. Schon Kassowitz betont, daß wir uns die Verkalkung eines Gewebes nicht als einen einmaligen,

kurzdauernden Akt, sondern als einen allmählich zunehmenden, bis zur Sättigung des Gewebes mit Kalksalzen fortschreitenden Prozeß vorzustellen haben.

Es ist sehr bemerkenswert, daß mit Ausnahme des mit Marasmus kombinierten Falles 22 die streifige Form des unvollkommen verkalkten Dentins im vorderen Drittel des unteren Nagezahnes konstant reichlicher entwickelt war, somit dieser kalkärmer erschien als der obere, ohne daß es klar wäre, worin das seinen Grund hat. Der ganz kalklose Dentinsaum war am unteren Zahn dagegen schmäler als am oberen (siehe oben). Daß die innige Vermischung kalklosen und kalkhaltigen, im Brechungsindex differierenden Dentins gerade im vorderen Zahndrittel einen Verlust der durchscheinenden Beschaffenheit des extra-alveolären Zahnanteiles zur Folge hat, wurde schon erwähnt. Liegt aber ein homogen verkalktes Dentin direkt über einer pathologisch dicken, kalklosen Schicht, so bleibt der Zahn noch durchscheinend, wie man sich bei beginnender Rachitis und kurze Zeit nach der Ek.-Exstirpation überzeugen kann. Die opake Beschaffenheit stellt sich erst durch ein inniges Vermischen der verschieden lichtbrechenden Substanzen ein. Anverkalktes Dentin bewirkt ebenfalls noch kein Opakwerden des Zahnes.

Die rachitische Kalkverarmung des Nagezahnes hat Spontanfrakturen zur Folge, von denen schon oben die Rede war. Im histologischen Bilde gewinnen wir bei der Betrachtung der Nagefläche ebenfalls einen klaren Einblick in die calcioprive Konsistenzherabsetzung des Dentins. Wo eine gut verkalkte Dentinschicht an der Nagefläche bloßliegt (Fig. 12 *b*), da ist sie vollkommen normal glatt abgeschliffen, wo aber bloß anverkalkte oder kalklose Dentinschichten an der Nagefläche bloßliegen (Fig. 12 *a*), da ist die Nagefläche nicht glatt, sondern das Dentin bald bröckelig-zähnelig, bald zersplittert, zerfranst und wie feinpinselig aufgefasert. Wo aber ein Dentin an der Nagefläche bloßliegt, das aus dicht aufeinander folgenden kalkfreien und kalkhaltigen Schichten besteht, da ist die Nagefläche wellig, stufig und zackig, denn die kalkhaltigen Schichten widerstehen der Abnutzung besser als die kalklosen.

Auf dem an der Nagefläche bloßliegenden kalklosen Dentin siedeln sich Bakterien an, die von da aus auch in die Dentinkanälchen einwachsen. Zwischen zwei verkalkte Schichten dringt ferner zuweilen ein Frakturspalt von der Nagefläche aus ins Dentin ein und ist mit roten Blutkörperchen und Bakterien erfüllt, die von da aus wieder in die Dentinkanälchen einwachsen.

* * *

Eine besondere Besprechung verdienen die mit Marasmus kombinierten Rachitisfälle, insbesondere Fall 22. Bei diesem überschreitet, wie uns die Diagramme belehren, das Dentinoidmaß I an allen vier Stellen die normale Grenze nicht, während die Maße II nur wenig vergrößert sind. Im Gegensatz zu allen anderen Rachitisfällen fehlte im vorderen Drittel des oberen Nagezahnes auf der konvexen Seite das unvollkommen, streifig verkalkte Dentin ganz, bloß die äußeren Schichten waren leicht angedeutet globulär, die inneren homogen anverkalkt. Auf der konkaven Seite des oberen und im vorderen Drittel des unteren Nagezahnes war die Verkalkung normal, so daß in vivo die Zahnbeschaffenheit gleich durchscheinend war als in normalen Fällen. Es geht daraus mit Klarheit hervor, daß die Verkalkung der Nagezähne im Falle 22 relativ sehr gut war und Ähnliches gilt auch für den weniger ausgesprochenen Fall 23. Die Ursache für dieses Verhalten kann nichts anderes sein als eine durch den Marasmus bedingte hochgradige Verlangsamung oder Hemmung des appositionellen Dentinwachstums, so daß, trotz Fortbestehens einer Kalkstörung erheblichen Grades (siehe unten) das Dentin Zeit und Gelegenheit gefunden hat, recht gut zu verkalken.

Ein Vergleich des Nagezahnes mit dem Skelett und Backenzahn dieses Falles erscheint von Interesse. Am Skelett hatte die marantische Hemmung des appositionellen Wachstums genau wie im Nagezahn eine verhältnismäßig sehr gute Verkalkung des Knochengewebes zur Folge, so daß die Osteoiddicke zwar das Normalmaß überschritt, aber unter den Rachitisfällen zu den geringsten gehörte. Darin verhalten sich Nagezahn und Knochen gleich; ein Unterschied ist nur darin gegeben, daß am Skelett sich eine hochgradige Atrophie und Porose einstellte, die am Nagezahn fehlt, denn das, was

am Knochen die Porose macht, das Fortbestehen des lacunären Abbaues bei gehemmtem Anbau, ist dem Nagezahn fremd.

Im schroffen Gegensatz zum Nagezahn und Knochen steht in dem Falle der Backenzahn. Bei diesem sehen wir zunächst als Ausdruck der marantischen Appositionshemmung eine noch viel zu weite Pulpahöhle; aber die Dentinoiddicke gehört zu den allerbedeutendsten im ganzen Rachitismaterial. Dieser Gegensatz zwischen dem Dentin des Backenzahnes und dem Knochengewebe kam schon im Zement zum Ausdruck, welches, genau wie das Skelett, unter allen Rachitisfällen das bestverkalkte war.

Dieses Verhalten des Backenzahnes kann nicht anders als nur so erklärt werden, daß zur Zeit, als die Rachitis schon hochgradig und das Tier noch nicht kachektisch war, das Dentin des Backenzahnes geraume Zeit angebaut wurde, aber in großer Ausdehnung kalklos blieb. Als sich dann der Marasmus einstellte, hörte auch der Dentinanbau ganz oder fast ganz auf und die übergroße Dentinoidmenge erhielt sich, wenn auch vielleicht nicht in vollem Umfange, förmlich als Relikt, das uns Zeugenschaft abgibt von den schweren rachitischen Veränderungen, die vor Eintritt des Marasmus offenbar im ganzen Skelett geherrscht haben müssen. Daß dann der Marasmus aufs Skelett in der geschilderten Weise derart modifizierend einwirkte, daß sich das Rachitisbild fast spurlos verwischte, während er auf das des Umbaues entbehrende Dentin des Backenzahnes den gleichen Einfluß nicht ausüben konnte, erscheint nach allem selbstverständlich.

Warum aber am Nagezahn die Verlangsamung des appositionellen Wachstums, wie leicht verständlich, eine wesentliche Verbesserung der Verkalkung zur Folge hatte, am Backenzahn aber nicht oder nicht in gleichem Umfange, das erfordert eine Erklärung, die nicht leicht zu finden ist. Es wäre vielleicht daran zu denken, daß der funktionell viel mehr beanspruchte Nagezahn eine Stelle bevorzugter Kalkapposition darstellt.

Eines ist aber sicher. Trotzdem der Kalkgehalt am Skelett und den Nagezähen relativ gut (wenn auch nicht normal) ist, müssen wir annehmen, daß die Kalkstörung in erheblichem Grad noch immer fortbesteht, denn sonst wäre es undenkbar, daß sich im Backenzahn so bedeutende Mengen unverkalkten Dentins bis zum Schluß hätten erhalten können.

* * *

Bevor wir die Besprechung der rachitischen Dentinveränderungen verlassen, wollen wir über das Auftreten von Blutkapillaren im Dentin sprechen, welches in normalen Fällen niemals vorkommt, hingegen in ganz gleicher Weise wie bei der Spontanrachitis auch nach Ek.-Exstirpation beobachtet wird. Wir haben uns hiebei nicht etwa vorzustellen, daß die Kapillaren aktiv ins Dentin eindringen, sondern daß eine Kapillare aus dem Odontoblastenlager an die eben in Apposition befindliche Dentinschicht sozusagen adhärent wird und es auch weiterhin bleibt, während die immer von Neuem sich anlagernden Dentinschichten für die beiden Schenkel der schlingenförmig emporgehobenen Kapillare je eine Öffnung aussparen. So gerät, rein passiv, die Kapillarschlinge im Dentin in eine immer größere Tiefe und rückt mit dem wachsenden Dentin gegen die Zahnspitze vor. Bei diesem Vorrücken nimmt aber der Kalkgehalt des Dentins zu und daher kommt es, daß die Kapillare im hinteren Zahndrittel noch ganz im Dentinoid liegt (Fig. 14*d*), im mittleren Drittel pflegen meist schon jene Dentinschichten, in denen das Schlingenende liegt, verkalkt zu sein, im vorderen Drittel endlich kann die Kapillare schon in ihrer Gänze im verkalkten Dentin liegen (Fig. 12*g*).

Bei alledem bleibt die Anwesenheit der Kapillaren im Dentin nicht ohne Einfluß auf die Kalkverteilung, denn so wie im Knochen, so ist es auch im Dentin, daß bei Rachitis der Kalk die nächste Umgebung der Gefäße förmlich flieht (Kassowitz, Pommer). Das hat im rückwärtigen Zahnanteil zur Folge, daß die Kalkgrenze gerade über dem Gipfel der Kapillarschlinge eine in die Kalkschicht vorspringende Einbuchtung erfährt (Fig. 14*d*, 13*k*), was die durch die isoliert liegenden Dentinkugeln erzeugte Unregelmäßigkeit der Kalkgrenze noch bedeutend erhöht und sie zuweilen zu einer tief- und breitbuchtigen

gestaltet (Fig. 13*k*); um die Zahnmitte sind diese im verkalkten Dentin ausgesparten Buchten noch tiefer und mit Dentinoid ausgefüllt, in dessen Mitte die Kapillarschlinge liegt; im vordersten Zahnanteil kann man von Buchten meist nicht mehr sprechen, sondern man sieht, namentlich pulpawärts, im verkalkten Dentin die von schmalen Dentinoidhöfen umgebenen Kapillaren oder es fehlt, namentlich in den äußersten, ältesten Dentinschichten auch der kalklose Hof, das Dentin ist bis an die Kapillare heran verkalkt, diese ist nekrotisch und man erkennt sie lediglich an dem im verkalkten Gewebe ausgesparten Kanal (Fig. 12*g*). Indem beim weiteren Längenwachstum diese Kanäle bis an die Nagefläche vorrücken, verschwinden sie mit der Abnutzung des Dentins endlich ganz.

Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß im Falle 11 im vorderen Zahnende kalklose Höfe auch um Dentinkanälchen vorkommen. Dieser Fund ist darum ungewöhnlich, weil, wie ich seinerzeit nachgewiesen habe, die Umgebung der Dentinkanälchen einen Ort bevorzugter Kalkablagerung darstellt. Für den Knochen hatte schon Pommer die Umgebung der Knochenkörperchen und Knochenkanälchen im normalen, rachitischen und osteomalacischen Skelett als eine Stelle erkannt, wo die Kalkablagerung zu allererst erfolgt. Ausnahmsweise fand aber auch Pommer um manche Knochenkörperchen kalklose Zonen und Morpurgo hatte erst jüngst dieses Vorkommnis an Serienschnitten studiert.

Bezüglich des Vorkommens der Kapillaren im Dentin sei erwähnt, daß sie sogar in allen leichten Rachitisfällen nachgewiesen, am häufigsten im vorderen Drittel angetroffen wurden, und an der konvexen Seite nicht nur viel häufiger, sondern konstant auch viel zahlreicher sind als auf der konkaven. Sie kommen auf der konkaven Seite meist nur dann vor, wenn sie auf der konvexen nicht nur sehr zahlreich sind, sondern auch über die ganze Zahnlänge verteilt sind. Eine Übereinstimmung zwischen dem Grade der Rachitis und der Zahl der Kapillaren ist nicht immer zu konstatieren.

* * *

Schon bei der Besprechung der makroskopischen Veränderungen der Nagezähne wurde des Vorkommens von weißen Flecken auf der Oberfläche Erwähnung getan und als dem Schmelze gehörend bezeichnet. Im histologischen Befund des Falles 16 ist auch das mikroskopische Bild einer schweren Veränderung des Schmelzes und des Schmelzepithels wiedergegeben. Am Epithel sind die Veränderungen folgende: Es findet sich stellenweise mitten im Epithel ein Schmelztropfen und an solchen Stellen sind die Zellen des äußeren, wurzelförmig im Bindegewebe steckenden Schmelzepithels voll von braunen Körnchen. Es kann ferner das innere, zylindrische Epithel wohl erhalten sein, das äußere jedoch auf ein einschichtiges kubisches Zellager reduziert sein, das keine wurzelförmigen Fortsätze entsendet. Der von diesem atrophischen Epithel erzeugte Schmelz ist viel niedriger als normal, hat keine glatte, sondern eine buchtige Außenbegrenzung und überdies die Eigenschaft unreifen Schmelzel, trotz der Salpetersäurebehandlung nicht abzufallen. An einer Stelle endlich war das ganze Schmelzepithes auf eine einzige Lage kubischer Epithelzellen reduziert, die einen Schmelzüberzug überhaupt gar nicht mehr hervorgebracht haben, so daß sie direkt dem Dent aufliegen.

Zweifellos sind unsere Angaben über die pathologischen Veränderungen des Schmelzes wegen der angewandten Technik sehr lückenhaft, aber soviel kann schon gesagt werden, daß die Veränderungen identisch sind mit denjenigen, welche, wie ich schon vor längerer Zeit nachgewiesen habe, nach Ek.-Exstirpation auftreten. Allerdings scheinen sie bei der Spontanrachitis seltener zu sein. Fleischmann hat beim Kinde die gleichen Veränderungen vorgefunden und sieht sie als typisch für Tetanie an. Darnach müßte man eigentlich annehmen, daß auch unsere spontanrachitischen Ratten tetaniekrank waren. Doch wurden die Tiere daraufhin nicht untersucht.

Über das Verhalten des Kieferknochens in der Umgebung der Nagezähne kann fast dasselbe gesagt werden, wie bei Gelegenheit der Backenzähne. Es finden sich hier Osteoidsäume je nach dem Grade der Rachitis in verschiedener Ausbildung und sie sind trotz der Salpetersäureentkalkung recht gut wahrnehmbar. Schon an den normalen Fällen sahen wir das meiste Osteoid gerade am Alveolarein-

gang, als Zeichen, daß hier durch Apposition die knöcherne Zahnalveole sich verlängere. Bei den Rachitisfällen kehrt die Erscheinung wieder, aber in viel höherem Grade. Fast immer war am Alveolareingang die Osteoidmasse am dicksten (Fig. 13*e*) und bei den schwersten Rachitisfällen oft schon, absolut genommen, sehr bedeutend (Fig. 17 *O*). Einmal waren die Knochenzellen in dem Osteoid nekrotisch, wohl ein Zeichen erlittener Quetschung.

Diese Osteoidmasse findet sich sowohl an der konvexen als auch an der konkaven Seite, doch prävaliert letztere sehr bedeutend, so daß mit der Verlängerung der Zahnalveole die Streckung derselben zu einem flacheren Bogen einhergehen dürfte, wovon schon beim normalen Zahn die Rede war. Daß sich auf der konkaven Seite die Osteoïdmasse nach hinten zuspitzt (Fig. 13*e*, 17 *O*), ist sogar ein direkter Fingerzeig für die Streckung der Alveole und in der Fig. 17 erkennt man auch jetzt noch an der Kalkgrenze (*a*), daß die Alveole früher stärker gekrümmt war. Für die ganze Auffassung paßt es sehr gut, daß das älteste Rachitistier (12), bei dem die Zahnalveole und der Nagezahn offenbar schon vor der Rachitis ihre definitive Länge und Form erreicht haben, am Alveolareingang überhaupt gar kein Osteoid aufweist.

Auffallend sind ferner gerade am Alveolareingang die massenhaften und sehr dicken Shapey'schen Fasern, die sowohl im Osteoid als namentlich im verkalkten Knochen durch ihre reinrote Farbe auffallen.

Im Falle 10 war die Innenwand der Alveole auf eine lange Strecke osteoid und enthielt auch Knorpelzellen, was auf eine geheilte Fraktur schließen läßt. — Im Falle 21 war am Alveolareingang das Alveolarperiost entzündet und der Kieferknochen in osteoklastischem Abbau.

III. Frakturheilung bei Rachitis.

Tafel V und VI und Diagramm XXIV und XXV auf Tafel X.

Wenn wir uns bei der Untersuchung des Tieres auf die Störung seines Kalkstoffwechsels hin nicht mit der Kenntnis der histologischen Veränderungen der Rippen und Zähne begnügen, sondern überdies noch prüfen wollen, wie bei dem zu untersuchenden Tier eine absichtlich erzeugte Fraktur heilt, so lag dem folgender Gedanke zugrunde. Indem wir durch eine Fraktur das Skelett zur Neubildung von Knochengewebe zwingen, gewinnen wir eine sehr erwünschte Gelegenheit, in diesem neu gebildeten Knochengewebe zu erkennen, wie es gerade zu diesem Zeitpunkt mit den Kalkverhältnissen im Organismus steht.

Diesen Einblick in den augenblicklichen Zustand des Kalkstoffwechsels durch die Betrachtung z. B. eines Rippenschnittes zu gewinnen, gelingt nicht so einfach; denn außer dem augenblicklichen Zustand der Kalkverhältnisse hängt das histologische Bild der Rippe auch von der Dauer und dem Stadium der Kalkstörung ab, welche Einflüsse in das mikroskopische Bild des rachitischen Knochens sehr komplizierend eingreifen. Von allen diesen Komplikationen ist das frische Callusbild frei.

Hat ferner die Kalkstörung erst begonnen, so kommt das in der Rippe so zum Ausdruck, daß erst das von da an neu hinzukommende Gewebe von der Norm abweicht, während das alte, normale, erst ganz allmählich verschwindet und darüber kann viel Zeit vergehen. Hat die Kalkstörung schon aufgehört, so dauert es gewiß noch länger, bis das Knochenbild völlig zur Norm zurückkehrt und erst Schmorl hat uns gezeigt, wie man bei sonst noch voll entwickeltem Rachitisbilde aus einer frisch aufgetretenen Verkalkungslinie im Knorpel erkennen kann, daß der Kalkstoffwechsel sich augenblicklich gebessert hat. Es vergeht also immer einige, je nach den komplizierenden Umständen verschieden lange Zeit, bis am Anfang und Ende der Kalkstörung das völlig normale und das voll pathologische Knochenbild ausgewechselt wird. Wir sehen also, daß der das Knochenbild modifizierende Einfluß des jeweiligen Zustandes des Kalkstoffwechsels sich in seinem vollen Maße mit Verspätung am Skelett manifestiert und daß wir am Knochenbild nicht immer den augenblicklichen Zustand des Kalkstoffwechsels im Organismus ablesen können. In diesem zeitlichen Sinne sind die Begriffe Kalkstoffwechselstörung und Rachitisbild nicht immer kongruent. Wenn wir aber, um uns über den augenblicklichen Zustand des Kalkstoffwechsels zu orientieren, durch Anlegung einer Fraktur das Skelett zur Knochenneubildung zwingen, so ist das darum eine zweckmäßige Handlung, weil der Callus, den wir als neugebildet sehr leicht erkennen, in seiner Gänze gerade zu jener Zeit gebildet wurde, die wir auf den Zustand des Kalkstoffwechsels prüfen wollen und darum am Callus die Kalkverhältnisse gerade dieses Zeitabschnittes zum Ausdruck kommen müssen. Unter solchen Umständen müßte nicht immer völlige Harmonie zwischen dem Bilde des Callus und dem des übrigen Skelettes desselben Tieres bestehen.

Als Illustrationsfaktum zu dem eben Gesagten sei erwähnt, daß Pommer von der Möglichkeit eines bei Osteomolacie vorkommenden, ganz kalklosen Callus spricht, der einem noch sehr festen, kalkreichen Knochen angehört. Ferner fand ich bei einer alten Ratte 1 Monat nach Ek.-Exstirpation den Kalkgehalt der Rippe und Fibula noch normal und einen Callus der letzteren noch fast völlig kalklos. Endlich spricht Lehnerdt davon, daß kurze Zeit nach Einsetzen einer negativen Kalkbilanz das Skelett histologisch normal sein kann und bei bestehender Rachitis kurze Zeit nach Einsetzen einer positiven Kalkbilanz das Skelett noch schwer rachitisch befunden werden kann.

Um verschiedene Rachitisfälle untereinander und diese mit den normalen vergleichen zu können, war es notwendig, eine einheitliche Heilungsdauer des Callus zu wählen, welche für alle Fälle mit 15 Tagen fixiert wurde. Wie beim Studium der rachitischen Veränderungen der Rippen und Zähne war

es notwendig, zuerst gründlich das Bild des Callus beim normalen Tier kennen zu lernen; dann erst war eine Beurteilung jener Abweichungen möglich, denen wir bei Rachitis begegnen. Die Fraktur wurde unter aseptischen Cautelen an der Fibula ausgeführt.

1. Frakturheilung beim normalen Tier.

A. Kasuistik.

Fall 1. 15 Tage vor der Tötung des Tieres wurde die rechte Fibula frakturiert. Der Wundverlauf war ungestört. Bei der Obduktion war die Frakturstelle bereits fest vereinigt.

Histologischer Befund (Fig. 2). Der Knochen wurde 5 Tage in Müller entkalkt.

a) Der alte Fibulaschaft enthält in beiden Fragmenten, welche tadellos adaptiert sind, eine offene Markhöhle und ist durchaus kompakt gebaut (*a*). Vom nekrotischen Knochengewebe an den Frakturenden ist darum nur wenig mehr zu sehen (*b*), weil es schon in weitgehendem Grade abgetragen ist, wobei die Fragmentenden durch Abschrägung von der Markhöhle her oft ganz spitz zulaufen (*b*). Infolge der so bewerkstelligten Verkürzung stehen die Fragmente mit ihren Enden weiter auseinander als unmittelbar post operationem. An der Periostfläche des im Callus steckenden Schaftstückes finden sich ebenfalls Resorptionsgruben in geringer Menge.

b) Die Markhöhle im Fibulaschaft enthält zelliges, mit wenigen Fettzellen untermischtes Mark.

c) Die Markhöhle im Frakturbereich enthält ein junges, zell- und gefäßreiches Bindegewebe (*c*), welches sich von dem einen zum anderen Fragment hinüberschwingt (*d*) und auf diesem Wege seine seitliche Begrenzung vom periostalen Knorpelcallus (*e*) bekommt.

d) Der enostale, knöcherne Callus liegt in dem eben erwähnten fibrösen Mark und wird durch einige wenige Knochenbälkchen gebildet (*f*), die zum Teil im Bindegewebe liegen, zum Teil sich an die enostale Abbaufläche der Schaftcorticalis angebaut haben.

e) Der periostale Knorpelcallus (*e*) stellt einen dicken Ring dar, der die Äquatorialebene der Fraktur einnimmt und derart zwischen die Fragmentenden wie ein Polster eingeschoben ist, daß die zugespitzten Bruchenden sich an vielen Stellen in die Knorpelmasse einspießen. Das Knorpelgewebe ist im allgemeinen großzellig, zellreich und arm an Grundsubstanz, doch enthält der Knorpel in der Äquatorialebene (*e*) kleine, platte Zellen und viel rotviolette, zum Teil infolge Degeneration aufgefaserte Grundsubstanz, während nach oben und unten zu (*f*) die Zellen größer, rund und hell werden, dichter zusammenliegen, die Grundsubstanz spärlich wird und in allmählichem Übergang ohne jede scharfe Grenze infolge Aufnahme von Kalk eine immer intensiver blaue Farbe bekommt. Trotz dieser Vorbereitung zur enchondralen Ossifikation stellen sich die Zellen nirgends in Säulen. Im allgemeinen wäre noch zu sagen, daß die Grundsubstanz ganz gefäßlos ist und das Protoplasma der Knorpelzellen hellblau, die Kerne dunkelblau, die Kapseln am dunkelsten blau sind.

f) Enchondrale Ossifikation und enchondraler Callus. Der Prozeß der enchondralen Ossifikation geht an der ganzen oberen und unteren Fläche der ringförmigen Knorpelmasse vor sich, so daß nach beiden Seiten enchondraler Callus entsteht. Der Vorgang spielt sich in ganz typischer Weise ab, indem Gefäße die Knorpelkapseln aufbrechen, woraus in den Knorpel tief eingefressene Markräume (*g*) entstehen, in denen bald Osteoblasten auftauchen und den Markraum mit einer Knochengewebslage auskleiden (*h*) oder ihn gar mit einer Knochenmasse ausfüllen, die oft gerade zentral eine Knochenzelle enthält. Daraus resultieren Bälkchen (*i*), die zentral einen verkalkten, schwarzblauen, konkav-globulär begrenzten Einschluß aus Knorpelgrundsubstanz aufweisen und daran als enchondrale Bälkchen zu erkennen sind. Diese setzen einen enchondralen Callus zusammen, der in seiner Ausdehnung (*i*) größer sein kann als die noch nicht ossifizierte Knorpelmasse, stellenweise noch unverbrauchte Knorpelstücke mit erhaltenen Zellen enthält und sich mit dem periostalen knöchernen Callus (*k*), der direkt aus dem Periost entsteht, zusammentut, um jene spindelige Knochenanschwellung zu erzeugen, die wir den Frakturcallus nennen.

g) Der periostale knöcherne Callus (*k*) schließt sich ohne scharfe Grenzlinie an den enchondralen, liegt der Oberfläche des alten Schaftes direkt an, ist an der Berührungsstelle mit dem enchondralen Callus am dicksten und

wird, je weiter entfernt von der Äquatorialebene des Callus, desto dünner und hört langsam ganz auf. Seine Knochenbälkchen (*k*) sind von verschiedener Dicke, bestehen aus einem noch unreifen, mehr blau sich färbenden Gewebe mit großen, plumpen, regellos stehenden Knochenzellen, das aber gegen den Balkenrand eine mehr reife Struktur annimmt, die an den kleineren, spärlicheren Zellen und der mehr rotvioletten Farbe der Grundsubstanz zu erkennen ist. Am äußersten Balkenrand findet man nicht gerade häufig einen schmalen Osteoidsaum (*l*), dem kräftig entwickelte, oft mehr als in einer Reihe stehende Osteoblasten (*s*) anliegen. Kittlinien und Osteoklasten deuten auf den bereits stattfindenden Umbau hin. Das erkennt man auch daran, daß die Markräume bald so eng sind, daß bloß ein enges Gefäß darin Platz hat (*m*), ein andermal sind aber die Markräume noch breiter als die Balken und enthalten sogar schon zelliges Mark (*n*). Solche große Markräume liegen typischerweise stets nahe am alten Schaft, der sich manchmal sogar mit einer eigenen, lacunären Resorptionsfläche an ihrer Begrenzung beteiligt. Durch diese mehr zentrale Lage der großen Markräume wird der Callus sozusagen ausgehöhlt, während sein subperiostaler Teil (*k*, *l*) meist kräftig bleibt.

h) Das Osteoid (*l*) ist nach 23 Messungen im Durchschnitt 3·6 μ dick, 7 μ maximal, 1 μ minimal.

i) Das Periost (*p*) hüllt den knorpeligen, enchondralen und periostalen Callus direkt von außen ein und ist zellreicher.

k) Splitter, die bei der Fraktur entstanden sind, finden sich sehr oft (*o*). Sie sind durchwegs nekrotisch und oft in der Richtung ihrer Faserung aufgespalten. Sie finden sich überall im Callus im fibrösen (*o*), im knorpeligen, enchondralen, periostalen Callus und auch außerhalb des Callus im Periost. Sie sind vielfach von ungewöhnlich großen und kernreichen Riesenzellen umlagert (*r*), die viel größer, kernreicher sind als sonst Osteoklasten und die Splitter lacunär annagen. Nur die im Knorpel eingeschlossenen Splitter liegen noch völlig unversehrt ohne eine Spur von Abbau da.

* * *

Fall 2. 15 Tage vor der Tötung des Tieres wurde die rechte Fibula frakturiert. Die Wundheilung blieb ungestört. Bei der Obduktion waren die Fragmente an der Bruchstelle schon ganz fest vereinigt.

Histologischer Befund. Der Knochen wurde 3 Tage in Müller entkalkt.

a) Der alte Fibulaschaft enthält nur im oberen Fragment eine Markhöhle, das untere ist ganz solid. Die Fragmente sind stark seitlich gegeneinander verschoben, stehen aber parallel zueinander, jedoch fast völlig außer Kontakt. Die Fragmentenden sind nekrotisch, lacunär angenagt und zugespitzt.

b) Das Mark im oberen Fragment des Fibulaschaftes ist rein zellig.

c) Die Markhöhle im Frakturbereich ist zum Teil von einem jungen, zell- und gefäßreichen Bindegewebe eingenommen, welches auch Detritus einschließt; zum Teil aber ist hier der periostale Knorpelcallus hineingewachsen.

d) Der enostale knöcherne Markcallus ist hier nur am oberen Fragment möglich, sehr dürftig und eigentlich bloß eine dünne Knochenschicht, die sich an die lacunär angenagte enostale Schaftfläche angelagert hat.

e) Der periostale Knorpelcallus stellt eine die ganze Äquatorialebene einnehmende dicke, ganz gefäßlose Masse dar, die wie ein elastischer Polster derart zwischen die Fragmentenden und die beiderseitigen Callusmassen eingeschoben ist, daß die durch lacunäre Resorption zugespitzten Fragmentenden in die Knorpelmasse eingerammt sind. Infolge der seitlichen Verschiebung stehen die Fragmentenden fast außer Kontakt. Es stützt sich daher jedes der beiden Fragmentenden auf den Callus des anderen, der dann auf dieser Seite bedeutend stärker entwickelt ist als auf der anderen und der Knorpel ist eben zwischen Fragnentende der einen und Callus der anderen Seite eingeschoben. An der Berührungsfläche mit dem Fragmentende besteht der Knorpel aus kleinen, platten, dunklen Zellen, die gegen die Berührungsfläche mit dem periostalen knöchernen Callus zu immer größer und heller werden und hier der enchondralen Ossifikation verfallen. Im allgemeinen ist das Protoplasma hellblau, der Kern dunkler blau und die Kapseln wohl durch Kalkaufnahme ganz dunkelblau. Die Grundsubstanz aber ist meist rotviolett. An der äußersten Peripherie ist der Knorpelcallus zum Teil vom Periost bedeckt, zum Teil aber schon vom knöchernen Callus überlagert.

f) Enchondrale Ossifikation und enchondraler Callus. Die enchondrale Ossifikation spielt sich am Knorpelcallus nicht wie z. B. im Falle 1 nach beiden Seiten hin ab, sondern nur nach einer, und zwar der zum periostalen knöchernen Callus hin sehenden, während die das Fragmentende berührende Knorpelfläche in völliger Ruhe verharrt. Die enchondrale Ossifikation schreitet in gerader Linie vor und spielt sich in regulärer Weise ab, indem Gefäße die

Knorpelkapseln aufbrechen und rasch nachrückende Osteoblasten die Höhlen mit globuli ossei ausfüllen oder stehenbleibende Knorpelreste mit einem Knochenanwurf belegen, so daß daraus die knorpelführenden Bälkchen des enchondralen Callus resultieren. An diesen Knorpeleinschlüssen ist der enchondrale Callus vom periostalen zu unterscheiden und man kann erkennen, daß er stellenweise mehr als halb so dick ist als der Knorpelcallus. Für die Knorpeleinschlüsse des enchondralen Callus ist es charakteristisch, daß die Grenze zwischen Knorpel- und Knochengewebe stets linear scharf ist und von den aufgebrochenen, mit globuli ossei erfüllten Kapseln eine buchtige Form besitzt.

Außer dieser Art der Beziehung des Knorpels zum Knochen sieht man noch eine andere, nämlich einen kontinuierlichen, allmählichen Übergang beider Gewebe ineinander, wobei die Knorpelgrundsubstanz allmählich ihre Basophilie ganz verliert, eine rein rote Farbe annimmt und es so aussieht, als wenn die ganz typischen Knorpelzellen in Knochengrundsubstanz liegen würden. Allmählich werden aber dann auch die Zellen mehr Knochenkörperchen gleich und so nimmt das Gewebe ganz den Charakter von Knochengewebe an. Die Erklärung dieses Verhaltens folgt im allgemeinen Teil.

g) Der periostale knöcherne Callus liegt dem alten Fibulaschaft direkt auf, wird nach außen vom Periost bedeckt, gegen die Äquatorialebene geht er ohne scharfe Grenze in den enchondralen Callus über und nach der entgegengesetzten Seite wird er immer dünner, verliert sich langsam ganz und erzeugt so die Spindelform des ganzen Frakturcallus. Hüllt er so die Fragmentenden ein, so ist er doch infolge der seitlichen Verschiebung der Fragmente von sehr ungleicher Dicke, z. B. am unteren Fragment rechts ganz geringfügig, links sehr dick und hier das obere Fragment tragend; am obere Fragment links unscheinbar und rechts mächtig entwickelt und dem unteren Fragment zur Stütze dienend. Der knöcherne periostalle Callus besteht aus einer dichten Spongiosa, in deren engen Markräumen von massenhaften Osteoblasten umstellte Gefäße liegen. Die Bälkchen bestehen hauptsächlich aus reifem, verkalktem, rotviolettem Knochengewebe mit wenigen kleinen Knochenzellen. Nur an wenigen Stellen enthalten die Bälkchen im Zentrum unreifes Knochengewebe von geflechtartigem Bau, mit blauer, grob- und regellos gefaserter Grundsubstanz und großen, plumpen, dicht stehenden Zellen. Die Grenze zwischen beiden Knochenarten ist oft eine Kittlinie, die also auf stattgehabten Umbau im Callus hindeutet, oft aber gehen beide Knochenarten ganz allmählich ohne jede Grenze ineinander über. Diese letzteren Bilder erklären sich so, daß das Periost beim Aufbau des Bälkchens anfänglich unreifes, später reifes Knochengewebe hervorgebracht hat, ohne bei diesem Wechsel in der Gewebeproduktion eine Unterbrechung erfahren zu haben.

h) Das Osteoid findet sich fast ausschließlich im periostalen Callus, aber auch da nicht viel. An den enchondral entstandenen Bälkchen fast gar nicht, so ähnlich wie in der Rippe. 50 Messungen, 6 μ Durchschnitt, 12·5 μ Maximum, 2·5 μ Minimum.

i) Das Periost ist im Frakturbereiche zellreicher, am meisten über dem Knorpelcallus.

k) Splitter fanden sich in großer Zahl. Sie waren sehr verschieden groß und stets nekrotisch, d. h, ihre Knochenzellen unfärbbar und nebenbei die Grundsubstanz in der Faserrichtung aufgesplittert. Sie lagen im fibrösen Markcallus, im Knorpel- und periostalen knöchernen Callus und im Periost. Im letzteren waren sie von sehr großen Riesenzellen umlagert, die sie lacunär annagten, in der Spongiosa dienten sie den Knochenbälkchen zur Insertion und im vollkommen gefäßlosen Knorpel lagen sie ohne jede Reaktion eingeheilt, frei von Abbauvorgängen und eine eventuell vorhandene Lacune deutet darauf hin, daß noch vor dem Einschluß in den Knorpel der Splitter eine kurze Zeit lacunär angenagt worden sein mußte.

* * *

Fall 3. 15 Tage vor der Tötung des Tieres wurde die rechte Fibula frakturiert. Heilung per primam. Bei der Obduktion war die Fibula an der Bruchstelle noch eine Spur beweglich.

Histologischer Befund (Fig. 1). Der Knochen wurde 4 Tage in Müller entkalkt.

a) Der alte Fibulaschaft (*a*) ist durchaus kompakt gebaut, frei von Porose. Die Fragmente sind fast tadellos adaptiert, das obere nur eine Spur nach einer Seite verschoben. Weder im oberen, noch im unteren Fragment gibt es eine Markhöhle. Der Knochen ist ein ganz solider Stab. An den Fragmentenden ist das Knochengewebe nicht nekrotisch (*a*). Der Grund dafür liegt nicht vielleicht im vorgeschrittenen Abbau des Nekrotischen; im Gegenteil, die Fragmentenden sind, da sie in den Knorpelcallus eingelassen sind, von der lacunären Resorption fast völlig verschont geblieben und stehen, wie beim Anlegen der Fraktur, noch in Kontakt. Mit dem Fehlen einer Markhöhle in der Fibula entfällt die Besprechung des

b) Marks im Fibulaschaft,

c) der Markhöhle im Frakturbereich und

d) des endostalen Callus ganz.

e) Der periostale Knorpelcallus (*b*, *b*) stellt eine, die ganze Äquatorialebene einnehmende, ringsherum bis ans Periost (*i*) reichende dicke Scheibe dar, welche derart polsterförmig zwischen beide Fragmente eingeschoben ist, daß sie zwischen dem beiderseitigen periostalen Callus (*f*) die Verbindung herstellt und die Fragmentenden (in der Figur nur das untere *a*) sind in die Knorpelmasse wie in Wachs eingerammt. Da wo die beweglichen Fragmentenden im Knorpel stecken, zeigt dieser regressive Erscheinungen in der Art, daß die Zellen ganz klein, gar nicht knorpelähnlich sind oder ganz fehlen und die sonst homogene Grundsubstanz zu einem dichten roten Faserwerk umgewandelt ist. Es ist ein Effekt der Quetschung durch die beweglichen Fragmente. Auf die gleiche Ursache dürfte es zurückzuführen sein, daß sich im Knorpel zwischen den Fragmentenden noch ein wenig klaffender Rest des ehemaligen Frakturspaltes erhalten hat (*d*), der mit Detritus angefüllt ist und noch nicht mit Knorpel angefüllt werden konnte. Das Knorpelgewebe ist absolut gefäßlos und zellreich. Die Zellen sind in der Mitte der Dicke der Knorpelscheibe, klein, dunkel, abgeplattet und die Grundsubstanz reichlich und rot (*b* rechts). Nach oben und unten aber werden die Zellen groß, polygonal, hell, mit hellblauem Kern, ganz blaßblauem Protoplasma und einer ganz dunkelblauen, verkalkten Kapsel (*k*). Es resultiert dabei, von der fehlenden Säulenstellung abgesehen, ein Bild, das auf den ersten Blick zum Vergleich mit der präparatorischen Verkalkungszone in den Rippen herausfordert.

f) Die enchondrale Ossifikation und der enchondrale Callus. In ganz regulärer Weise brechen Blutgefäße die Knorpelkapseln auf und rasch rücken Osteoblasten nach und füllen die Kapseln mit globuli ossei aus oder apponieren einen Knochenanwurf auf die stehenbleibenden, besonders dunkelblauen, intensiv und gleichmäßig verkalkten Reste der Knorpelgrundsubstanz. Es sind dies die Bälkchen des enchondralen Callus (*e*, *e*) mit den zentralen Knorpeleinschlüssen, von Osteoblasten umlagert und zwischen sich nur enge Blutgefäße führend. An manchen Stellen ist der enchondrale Callus bereits so dick wie der Knorpelcallus, an anderen Stellen fehlt er ganz und gewöhnlich findet man dann als Ursache große Knochensplitter, die dem Knorpel anliegen. So liegen z. B. in der Fig. 1 dem rechtsseitigen Knorpel *b* unten ein, oben zwei große Knochensplitter an (*c*). Allmählicher Übergang von Knorpel zu Knochen findet sich im vorliegenden Falle ebenfalls, aber nicht oft.

g) Der periostale knöcherne Callus (*f*, *f*, *f*, *f*) liegt gegen die Äquatorialebene hin bald dem enchondralen (links), bald direkt dem Knorpelcallus (rechts) an, medianwärts ist er der alten Schaftoberfläche angelagert und nach außen vom Periost bedeckt. Je weiter weg von der Äquatorialebene, desto geringer wird seine Dicke und dies bedingt die Spindelform des ganzen Frakturcallus. Er besteht aus einer grobbalkigen Spongiosa, deren Markräume bald so eng sind (*g*), daß sie außer dem Blutgefäß nur noch Osteoblasten enthalten, bald so groß (*h*), daß sie den Callus sozusagen aushöhlen und mit einem, spärliche Fettzellen führenden zelligen Mark erfüllt sind. Solche große, aushöhlende Markräume liegen, wie typisch, mit Vorliebe nahe am Schaft (*h*), der dann manchmal mit einer lacunären Abbaufläche den Markraum mitbegrenzen hilft. Die Bälkchen sind aus reifem Knochengewebe mit kleinen spärlichen Zellen aufgebaut. Nur an wenigen Stellen findet man im Zentrum der Bälkchen unreifes, geflechtartiges Knochengewebe, das in das reife entweder kontinuierlich übergeht oder von ihm scharf durch eine Kittlinie getrennt ist.

h) Osteoid findet sich in meßbarer Dicke eigentlich nur im periostalen knöchernen Callus in Form von Säumen in den Gefäßkanälen (*g*). Nach 18 Messungen ist das Osteoid durchschnittlich 6·8 μ dick, 12·5 μ maximal, 2·5 μ minimal.

i) Das Periost ist namentlich über dem Knorpelcallus dicker und zellreicher.

k) Splitter sind sehr zahlreich anzutreffen. In der Fig. 1 sind nicht weniger als fünf große Splitter zu sehen. Sie sind durchwegs nekrotisch, bevorzugen die Knorpeloberfläche oder liegen ganz im Knorpel. Nur einer liegt im Periost und nur dieser ist von Riesenzellen benagt.

* * *

Fall 4. 15 Tage vor der Tötung des Tieres wurde die rechte Fibula frakturiert. Bei der Obduktion war die Frakturstelle noch ganz deutlich beweglich.

Histologischer Befund (Fig. 3). Der Knochen wurde 4 Tage in Müller entkalkt.

a) Der alte Fibulaschaft hat im oberen Fragment durchgehends eine offene Markhöhle, im unteren nur nahe der Frakturebene, weiter unten ist der Schaft solid. Die Fragmente stehen parallel, aber seitlich verschoben; sie stehen

jedoch partiell noch in Kontakt. Die Frakturenden sind nekrotisch und zum Teil lacunär angenagt. Die Compacta zeigt keine Spur von Porose.

b) Das Mark im Fibulaschaft ist zellig, mit vereinzelten Fettzellen, spärlichen Riesenzellen und wenig entwickelten Gefäßen.

c) Die Markhöhle im Frakturbereich ist auf eine kurze Strecke mit einem jungen, zell- und gefäßreichen Bindegewebe gefüllt, das sich in dünnem, ungleichmäßigem Zuge durch den Knorpelcallus durch von Fragment zu Fragment spannt.

d) Der enostale knöcherne Callus ist sehr gering entwickelt und beschränkt sich bloß auf einen dünnen Knochenbelag, der auf die lacunär angenagte enostale Fläche des Schaftes apponiert wurde.

e) Der periostale Knorpelcallus stellt eine in der Äquatorialebene gelegene, vom Periost zu Periost (*a*) reichende, dicke Scheibe dar (Fig. 3, *b*), welche zwischen dem knöchernen Callus (*d*) des dies- und jenseitigen Fragmentes wie ein Polster eingeschoben ist, beide vollständig voneinander trennt, ihnen aber die in enchondraler Ossifikation befindlichen Flächen (*e*) zuwendet und so ihre knöcherne Verbindung anbahnt. Die Fragmentenden sind nur seicht in die Knorpelmasse eingelassen, aber durch die Belastung und ihre Beweglichkeit lädieren sie gerade hier das Knorpelgewebe, das nekrotisch ist, keine Zellen besitzt, eine blaßblaue Färbung und Auffaserung der Grundsubstanz und stellenweise eine Zerfallshöhle mit blauem Inhalt aufweist. Das Knorpelgewebe ist absolut gefäßlos, reich an großen, rundlichen, dicht liegenden Zellen mit verkalkten Kapseln (*b*) und arm an Grundsubstanz. Daß die Zellen von der Mitte der Knorpeldicke (*c*) gegen die Linie der enchondralen Ossifikation hin an Größe zunehmen (*b*), ist nur andeutungsweise zu sehen.

f) Die enchondrale Ossifikation und der enchondrale Callus. Die enchondrale Ossifikation geht, wie schon erwähnt, nur an denjenigen Knorpelflächen vor sich, welche gegen den periostalen Callus sehen (*e*) und wie in den Epiphysen senkrecht zur Belastungsrichtung stehen; sie spielt sich in regster Weise nach normalem Typus ab und ihr Endprodukt, der enostale Callus (*f*) hat schon stellenweise wenigstens eine Mächtigkeit, die der des Knorpelcallus selbst gleichkommt, ein Zeichen für die schon längere Dauer der enchondralen Ossifikation. Die durch Knorpeleinschlüsse charakterisierten Balken des enchondralen Callus zeigen einen ganz unregelmäßigen Verlauf, denn der enchondrale Callus ist ja ein Abklatsch der Knorpelstruktur und diese ist, da die Säulenstellung der Zellen fehlt, unregelmäßig. Es ist ferner der enchondrale Callus stellenweise stark über die Fragmentenden geschoben und da enchondraler Callus nur da entstehen kann, wo früher Knorpel lag, so zeigt uns das, wie weit größer die Ausdehnung des Knorpelcallus erst vor kurzem gewesen sein muß und wie mit fortschreitender Heilung der Knorpelcallus immer mehr an Boden verliert und sich auf die Äquatorialebene sozusagen zurückzieht. Bei der enchondralen Ossifikation sieht man stellenweise Gefäße, die, obwohl sie schon 7 bis 8 Kapseln aufgebrochen haben, noch immer nicht von Knochenapposition gefolgt sind und solche Stellen machen den Eindruck wurmstichig gewordenen, von Gefäßen durchzogenen Knorpels. An anderen Stellen entstehen im Knorpel auch große Höhlen, da nicht nur Kapseln aufgebrochen, sondern auch Grundsubstanz in weiterem Umfange als sonst abgetragen wird. Endlich sieht man noch stellenweise den charakteristischen allmählichen Übergang von Knorpel- in Knochengewebe.

g) Der periostale knöcherne Callus (*d*) inseriert beiderseits zirkulär an den Fragmentenden, diese ganz einhüllend, je weiter weg vom Äquator desto schmächtiger werdend und damit die Spindelform des ganzen Frakturcallus bedingend. Er ist außen vom Periost begrenzt (*l*), gegen die Äquatorialebene hin stößt er an den enchondralen Callus und verschmilzt mit ihm. Er stellt bald eine dichte Spongiosa mit engen (*m*), bald eine lockere, mit weiten Maschenräumen dar (*i*), die bald nur Blutgefäße und etwas Bindegewebe (*m*), bald überdies auch etwas zelliges Mark (*i*) enthalten können. Osteoblasten sind bald prächtig entwickelt (*g*), bald klein, bald fehlen sie. Das Knochengewebe ist von reifem Typus, die Zellen spärlich, klein, spindelig (*d*), die reichliche Grundsubstanz rotviolett. Nur selten findet sich im Zentrum der Balken unreifes Knochengewebe mit zahlreichen, großen, plumpen, dichtstehenden Knochenzellen (*k*) und spärlicher, deutlich und regellos gestreifter Grundsubstanz von mehr blauer Farbe. Beide Gewebe gehen allmählich ineinander über. Kittlinien sind ebenfalls, und zwar hauptsächlich da zu finden, wo ein Kanal innen seine eigene Knochenauskleidung bekommen hat.

h) Das Osteoid (*h*) kommt wesentlich nur im periostalen, knöchernen Callus vor, ist hier mäßig häufig und recht leicht zu sehen (*h*). 31 Messungen, 6·9 μ Durchschnitt, 17·5 μ Maximum, 2·5 μ Minimum.

i) Das Periost (*a, l*) ist über dem ganzen Callus dicker und zellreicher als über dem alten Schaft, am dicksten über dem Knorpelcallus (*a*).

k) Splitter sind in mäßiger Menge vorhanden, stets nekrotisch, sie liegen selten im Periost und sind da von mächtigen Riesenzellen umlagert, häufiger im Knorpel, im enchondralen und periostalen Callus, wo sie derzeit keine Abbauerscheinungen darbieten.

* * *

Fall 5. 15 Tage vor der Tötung des Tieres wurde die rechte Fibula frakturiert. Die Heilung erfolgte per primam. Bei der Obduktion war die Fibula an der Bruchstelle schon wieder ganz fest.

Histologischer Befund.

a) Der alte Fibulaschaft hat in beiden Fragmenten eine vollständig erhaltene Markhöhle, welche aber, offenbar infolge des vorgeschrittenen Alters des Tieres, äußerst eng ist. Die Trennungsfläche der Fragmente zieht nicht rein quer, sondern deutlich schief. Die Fragmente stehen parallel zueinander und sind nur mäßig seitlich verschoben, ohne ganz außer Kontakt gekommen zu sein. Die Fragmentenden sind nekrotisch und werden im Bereich des ganzen im Callus steckenden Schaftanteiles in lebhaftester Weise von der periostalen Oberfläche, sehr wenig von der enostalen und gar nicht von der Bruchfläche aus lacunär resorbiert und in den Lacunen sind noch vielfach die Osteoklasten zu sehen.

Es ist leicht zu verstehen, wieso die Bruchfläche vom Abbau verschont bleiben kann. Zum Abbau gehört der Kontakt mit Bindegewebe. Dieser ist an der Peri- und Endostfläche schon von vornherein gegeben, an der Bruchfläche muß er erst sekundär entstehen. Kommt aber die Bruchfläche, wie zum Teil in diesem Falle, mit dem vollständig gefäßlosen Knorpelcallus in Kontakt, dann bleibt sie für die ganze Zeit dieses Kontaktes vor lacunärer Benagung bewahrt und der Effekt ist dann der, daß, in diesem Falle hauptsächlich von der Periostfläche her, die Resorption bereits so tief greifen kann, daß das nekrotische Ende mit der erhaltenen Bruchfläche vom übrigen Schaft beinahe schon abgetrennt ist. Solchen Bildern begegnet man gelegenlich auch in anderen Fällen. Die tieferen, lacunären Gruben der periostalen Oberfläche helfen zum Teil große, im Callus gelegene Markräume mit begrenzen. Von diesen recenten, nur auf den Bruchbereich beschränkten Resorptionsvorgängen abgesehen, ist aber die alte Compacta durchaus frei von Porose.

b) Das Mark im Fibulaschaft ist zellig, mit spärlichen Riesenzellen, vereinzelten Fettzellen und spärlichen Gefäßen.

c) Die Markhöhle im Frakturbereich enthält ein junges, zell- und gefäßreiches Bindegewebe, welches aus der Markhöhle heraustritt, sich zum Teil auch zwischen den Fragmenten findet und daselbst auch zerfallende rote Blutkörperchen und Riesenzellen enthält, die bald um Knochensplitter, bald um Detritus liegen, bald keinerlei solche Beziehungen aufweisen.

d) Der enostale knöcherne Callus ist dürftig, nur stellenweise zu sehen, und beschränkt sich auf eine dünne, mit einem kräftigen Osteoblastensaum versehene, der seicht lacunär angenagten Endostfläche des Fragmentendes anliegende Knochenschicht.

e) Der periostale Knorpelcallus stellt einen die Äquatorialebene einnehmenden, zwischen dem dies- und jenseitigen knöchernen Callus eingeschobenen, in seiner Dicke durch sehr vorgeschrittene enchondrale Ossifikation schon stark reduzierten Ring dar, der überdies auf der einen Seite seiner ganzen Dicke nach durch einen, vom Periost herkommenden bindegewebigen Fortsatz entzweigespalten ist. Es ist dies jene Seite, welche bei der Operation vom Muskel entblößt wird und erfahrungsgemäß den Callus am schlechtesten hervorbringt. Nur auf dieser Seite reicht der Knorpelcallus bis zum Periost, sonst ist er bereits von ihm abgerückt, durch Überlagerung von knöchernem Callus, der also über den Knorpel hinweg bereits eine knöcherne Verbindung des dies- und jenseitigen Callus herbeigeführt hat.

Das Knorpelgewebe selbst zeigt deutlich regressive Metamorphosen, die Zellen sind klein, sternförmig geschrumpft, die Kerne pyknotisch. Die Erfahrung an anderen Fällen mit weniger weit vorgeschrittener enchondraler Ossifikation lehrt, daß das Knorpelgewebe in der Mitte seiner Dicke kümmerlich entwickelt, degeneriert ist, sogar eine Erweichungshöhle aufweisen kann und erst nach oben und unten gegen die Fläche der enchondralen Ossifikation zu sich kräftig entfaltet. In diesem Falle aber ist die enchondrale Ossifikation schon so weit gediehen, daß aller kräftig entwickelter Knorpel aufgebraucht und nur der degenerierte, in der Mitte der Dicke liegende noch erhalten ist.

f) Enchondrale Ossifikation und enchondraler Callus. Der enchondrale Callus, zu erkennen an den schwarzblauen, verkalkten Knorpeleinschlüssen seiner Bälkchen, hat eine ungewöhnlich große Ausdehnung, denn er erstreckt sich beiderseits hoch hinauf über die Fragmentenden, diese einhüllend. Diese große Ausdehnung des enchondralen Callus zeigt uns erst, wie groß ursprünglich der Knorpelcallus gewesen sein muß, daß er sich nicht lediglich auf einen zwischen die Fragmentenden eingeschobenen Ring beschränkte, sondern beiderseits hoch hinauf die Fragmentenden

auch einhüllte. Die Knorpeleinschlüsse sind stets konkav lacunär begrenzt und enthalten manchmal kleine Komplexe unverbraucht liegen gebliebener Knorpelzellen. Der Knochenanwurf der Bälkchen ist, wenn das Bälkchen nahe dem Knorpel liegt, dünn, weiter weg vom Knorpel dick und stets von schönen Osteoblasten umsäumt, die neben einem Gefäß den Inhalt der engen Markräume ausmachen.

Zwischen dem enchondralen Callus und dem noch erhaltenen Knorpelgewebe spielt sich nicht mehr die reguläre enchondrale Ossifikation ab, sondern man sieht eine recht breite Zone, in der Blutgefäße die Knorpelzellen alle aufgebrochen haben, hier und da sieht man auch Osteoblasten, aber nirgends stellt sich der Knochenanwurf ein, und so haben wir denn ein Netz aus verkalkter Knorpelgrundsubstanz mit Blutgefäßen in den Maschen, einen von vasculärem Abbau wie wurmstichig gewordenen Knorpel. Es scheint somit die Aufgabe des vasculären Abbaues derzeit nicht mehr die zu sein, den Knorpelcallus in enchondralen überzuführen, sondern den noch vorhandenen Rest des Knorpelcallus wegzuschaffen. Sonst pflegt, um die Kontinuität des Callus nicht zu gefährden, dem vasculären Abbau eiligst die Knochenapposition zu folgen. Hier scheint dies darum überflüssig zu sein, weil die Vereinigung des dies- mit dem jenseitigen Callus durch eine periostale Knochenbrücke bereits erzielt ist, die über den Knorpelcallus hinwegzieht und zwischen ihm und dem Periost liegt.

Gerade diese Knochenbrücke ist wie auch in anderen Fällen die Hauptfundstätte für den anderwärts näher beschriebenen allmählichen Übergang von Knorpel in Knochengewebe, denn gerade hier findet sich die Bedingung für das Zustandekommen dieses Bildes, die darin besteht, daß das Periost eine Zeitlang Knorpel erzeugt und dann langsam dazu übergeht, Knochengewebe zu erzeugen, ohne dabei in der Kontinuität der Gewebsneubildung gestört worden zu sein.

g) Der periostale knöcherne Callus bedingt dadurch, daß er, je weiter weg von der Äquatorialebene, um so dünner wird, die Spindelform des ganzen Frakturcallus. Er hüllt die Fragmentenden ein, indem er sich der Oberfläche des alten Schaftes anlagert, grenzt gegen die Äquatorialebene an den enchondralen Callus, mit dem er verschmilzt und ist außen vom Periost überdeckt. Daß über den Knorpelcallus hinweg bereits eine knöcherne Vereinigung beider Seiten hergestellt ist, ist oben schon gesagt. Die Knochenbälkchen bestehen aus reifem Knochen, mit spärlichen länglichen, mittelgroßen Zellen. Sehr oft findet man aber im Bälkchenzentrum geflechtartigen Knochen, meist durch eine Kittlinie vom reifen getrennt, selten ohne Grenze in ihn übergehend. Die Hauptfundstätte dieses primitiven, aus der ersten Zeit der Callusbildung stammenden Knochengewebes ist das Gebiet nahe der periostalen Oberfläche des Frakturendes, wo er dann von dem reiferen Knochengewebe des später entstehenden Callusgewebes überwuchert und überlagert wird. Da aber die periostale Oberfläche des Frakturendes, also die erste Unterlage des primitiven Callus, sehr oft tief lacunär angenagt ist, so hat letzterer oft sozusagen den Boden unter den Füßen verloren.

Die Markräume des Callus sind meist eng und enthalten außer einem Gefäß manchmal einen prächtigen Osteoblastensaum. Es gibt aber auch schon einige große, durch Resorption der ursprünglich stets dichten Balkenmasse entstandene Markräume, die ein stark vascularisiertes, schon mäßig viele Fettzellen führendes zelliges Mark enthalten, in den tiefen Teilen des Callus zwischen diesem und dem alten Schaft liegen, den Callus aushöhlen. Sie kommen zustande, indem nach knöcherner Vereinigung der Fragmente die zentralen, statisch überflüssigen Callusmassen beseitigt werden.

h) Das Osteoid ist am periostalen knöchernen Callus sehr häufig, am endostalen sehr wenig anzutreffen und ist nach 50 Messungen 6 μ im Durchschnitt dick, 17·5 μ im Maximum, 1·3 μ im Minimum.

i) Das Periost ist wie immer über dem Callus dicker und zellreicher als über dem intakten Schaftteil.

k) Splitter sind an Zahl mäßig, alle sind nekrotisch, sie fehlen im Knorpelcallus. Nur wenige liegen im Periost und sind von sehr großen Riesenzellen umlagert, die meisten liegen im enchondralen und periostalen Callus und zeigen da nur Spuren lacunärer Resorption. Es ist zu bedenken, daß die derzeit im enchondralen Callus liegenden Splitter seinerzeit im Knorpel gelegen sein müssen und mit dem vasculären Abbau desselben in den enchondralen Callus mitübernommen worden sind. Bei diesem Übergang war kurze Zeit Gelegenheit gegeben zur lacunären Resorption, die vorher beim Einschluß im Knorpel völlig geruht hat und jetzt beim Einschluß in einem enchondralen Bälkchen auch stille steht. Auch vor dem Einschluß in Knorpel war kurze Zeit zum Abbau Gelegenheit gegeben. Das endgültige Schicksal ist dann doch völlige Resorption, wenn einmal im enchondralen Callus der Umbau einsetzt. So wechselvoll kann das Schicksal eines Splitters sein. Andere hingegen werden von Anfang an kontinuierlich und ohne Unterbrechung bis zu ihrem völligen Verschwinden abgebaut.

* * *

Fall 6. 15 Tage vor der Tötung des Tieres wurde die rechte Fibula frakturiert. Bei der Obduktion war die Hautwunde etwas offen, die umliegende Haut etwas infiltriert, das Infiltrat ging aber nicht auf die tiefen Weichteile über. Der Callus war noch etwas beweglich.

Histologischer Befund. Der Knochen wurde 4 Tage in Müller entkalkt.

a) Der alte Fibulaschaft hat in beiden Fragmenten eine offene Markhöhle, die, entsprechend dem geringeren Alter des Tieres, relativ weit ist. Nur ausnahmsweise ist die Bruchfläche ganz erhalten und dann sieht man, daß sie schräg angelegt worden war und daselbst durch die mechanische Gewalteinwirkung die Lamellen im Knochen aufgesplittert und aufgebogen worden waren. Zumeist aber sind die Bruchflächen in so weit vorgeschrittenem lacunären Abbau, daß das nekrotische Fragmentende überhaupt nicht mehr nachweisbar ist. An der periostalen Fläche der im Callus steckenden Schaftteile gibt es auch lacunäre Resorption, aber in ganz geringem Grade. Die Fragmente sind ein wenig seitlich verschoben, stehen aber zu einander parallel.

b) Das Mark des Fibulaschaftes ist zellig, mit vereinzelten Fettzellen, arm an Gefäßen und Riesenzellen.

c) Die Markhöhle im Frakturbereich enthält auf eine kurze Strecke ein junges Gewebe, welches reich ist an großen, hellen Bindegewebszellen und weiten dünnwandigen Gefäßen, nach Art eines fibrösen Callus von Markhöhle zu Markhöhle eine Verbindung herstellt und auf diesem Wege freie Blutkörperchen, hämatogenes Pigment und Knochensplitter enthält und seitlich vom Knorpelcallus abgegrenzt wird.

d) Der enostale knöcherne Callus findet sich im Bereich des fibrösen Markes in ganz geringer Entwicklung in Form einiger Bälkchen aus geflechtartigem Knochen, von Osteoblasten eingesäumt.

e) Der periostale Knorpelcallus ist bei der enchondralen Ossifikation bis auf ganz geringe Reste bereits aufgebraucht worden. Diese Reste stellen kleine Häufchen prächtig ausgebildeter, blauer Knorpelzellen dar, welche nicht in allen Schnitten nachweisbar sind und eine ganz charakteristische Lage aufweisen. Sie liegen in der Äquatorialebene, der Außenfläche des von Mark zu Mark sich hinziehenden fibrösen Markes innig angelagert, also schon ganz weit weg vom Periost abgerückt. Diese Lage kommt dadurch zustande, daß die den Knorpel konsumierende enchondrale Ossifikation nicht nur an seiner oberen und unteren Grenze vor sich geht, sondern im Endstadium auch noch an seiner nach außen dem Periost zugekehrten Seite, während die dem fibrösen Mark anliegende Fläche bis zum Schlusse davon verschont bleibt. Hier also muß der letzte Knorpelrest noch angetroffen werden und man sieht, wie auch dieser rasch der enchondralen Ossifikation zum Opfer fällt. Da, wo Knorpelgewebe in den fibrösen Callus übergeht, nimmt letzterer, förmlich in Fortsetzung der Knorpelverkalkung, gerne Kalkkörner auf.

f) Enchondrale Ossifikation und enchondraler Callus. Erst wenn man die Ausdehnung des enchondralen Callus sieht, wird es klar, wie groß ursprünglich der Knorpelcallus gewesen sein mußte. Der enchondrale Callus beschränkt sich nicht vielleicht auf die Äquatorialgegend, sondern stülpt sich stellenweise weit über die Frakturenden; nach oben und unten steht er mit dem periostalen knöchernen Callus in Kontakt und verschmilzt mit ihm, nach innen stößt er an die kümmerlichen Knorpelreste und nach außen reicht er nur noch an wenigen Stellen bis zum Periost und wird hier lacunär abgebaut, meist ist er aber hier bereits von einer Schicht des knöchernen periostalen Callus überlagert. Die ältesten Teile des enchondralen Callus, die nach oben und unten an den periostalen knöchernen Callus angrenzen, bestehen aus einem dichten Spongiosanetz mit zentralen Knorpeleinschlüssen in den dicken Knochenbalken; in den engen Markräumen liegt stets ein Gefäß von ein und mehreren Osteoblastenlagen umringt.

Die jüngeren, mehr gegen die Äquatorialebene zu gelegenen Teile aber zeigen einen wie vom Wurmfraß zernagten Knorpel, von dem nur noch das verkalkte Grundsubstanzgerüst erhalten ist, die Zellen aber durch die eingedrungenen Gefäße ersetzt sind, ohne daß diesem vasculären Abbau auch Knochenapposition gefolgt wäre. Wo in dem Knorpel eine größere Höhle ausgefressen wurde, da ist sie mit jungem Bindegewebe erfüllt. Man sieht also auch in diesem Falle, daß von dem Momente an, wo die beiderseitigen Callus knöchern vereinigt worden sind, die letzten Knorpelreste nicht mehr in Knochen überführt, sondern bloß durch die auf halbem Wege stehenbleibende enchondrale Ossifikation einfach vasculär abgetragen werden, da sie statisch überflüssig geworden sind.

g) Der periostale knöcherne Callus sitzt nach innen dem alten Schaft an, nach außen wird er vom Periost gedeckt, gegen die Äquatorialebene hin stößt er an den enchondralen Callus, den er subperiostal auch noch überschichtet und in der Richtung vom Äquator weg wird er, der Spindelform entsprechend, immer dünner. Er besteht aus reifem Knochengewebe, das arm ist an Knochenzellen, die schon längliche Formen haben, aber noch immer groß sind und damit

zeigen, daß dieses Knochengewebe von reifem Typus noch jung ist. Hart am Schaft, nahe dem Frakturende, also an ganz typischer Stelle, findet man zentral in den reifen Bälkchen geflechtartigen Knochen eingestreut mit zahlreichen, großen, plumpen, dichtstehenden Zellen und regellos gefaserter, dunkelblauer Grundsubstanz. Zwischen beiden Knochenarten besteht ein ganz allmählicher Übergang oder eine scharfe, durch eine Kittlinie gegebene Grenze. Wird ein solches Bälkchen lacunär abgebaut, so kann man regelmäßig sehen, wie die zentrale Partie aus geflechtartigem Knochen rascher und tiefer angenagt wird, wie wenn die Osteoklasten mit diesem lockerer gebauten Gewebe leichteres Spiel hätten.

Die Markräume der Spongiosa sind bald ganz eng, bald etwas weiter, bald sehr groß. Im ersteren Falle enthalten sie nur ein zentrales Gefäß und rings um dieses prächtige Osteoblasten in einer oder mehreren Schichten; im zweiten Falle außerdem auch noch etwas Bindegewebe, im dritten Falle aber ein zelliges Mark mit vielen weiten, dünnwandigen Blutgefäßen und eingestreuten Fettzellen. Diese großen Markräume liegen wie immer zwischen Callus und Schaft, sind eine sekundäre Erscheinung, dazu bestimmt, den Callus auszuhöhlen, statisch überflüssiges Knochenmaterial zu entfernen.

h) Das Osteoid ist hauptsächlich am periostalen, knöchernen Callus, und zwar sehr häufig zu finden. 53 Messungen, 6·2 μ Durchschnitt, 22·5 μ Maximum, 2·5 μ Minimum.

i) Das Periost über dem Callus ist dicker, namentlich in der Äquatorialebene.

k) Die Splitter sind im allgemeinen nicht zahlreich vorhanden; die meisten mit fehlendem oder geringem Abbau, liegen im enchondralen Callus, vereinzelt im Periost, von großen Riesenzellen umlagert. Im fibrösen Markcallus liegen viele, aber kleine Splitter fast reaktionslos.

* * *

Fall 7. 15 Tage vor der Tötung des Tieres wurde die rechte Fibula frakturiert. Heilung per primam. Bei der Obduktion war der Callus schon ganz fest.

Histologischer Befund. Der Knochen wurde 4 Tage in Müller entkalkt.

a) Der alte Fibulaschaft besitzt im oberen Fragment durchgehends eine offene Markhöhle, im unteren nur im Frakturbereich, während tiefer unten der Knochen ganz solid ist. Die Fragmente stehen parallel zueinander, sind aber gegeneinander erheblich seitlich verschoben, aber nicht völlig außer Kontakt geraten. An der Bruchstelle ist eine ungewöhnlich hochgradige Zersplitterung erfolgt, so daß z. B. das obere Fragment auf der rechten Seite sehr bedeutend kürzer ist als auf der linken und dabei rechts das fehlende Corticalisstück als langer Splitter in verschobener Stellung daneben liegt. An solchen großen Fragmenten kann man sich überzeugen, daß die an der Bruchstelle der Fibula fast konstant vorhandene Nekrose nicht die Folge einer durch die Gewebstrennung entstandenen Zirkulationsstörung ist, sondern die Folge der Zerquetschung der Knochenzellen durch die Schere. Ist nämlich ein solcher großer Splitter vom Frakturende abgebrochen, so ist er trotz der Trennung vom übrigen Schaft nicht in toto nekrotisch, sondern nur da, wo ihn bei der Operation die Schere gequetscht hat. An den Fragmentenden ist die lacunäre Resorption schon weit vorgeschritten, namentlich von der periostalen Fläche her, so daß von da aus das äußerste Ende des Fragmentes samt der noch erhaltenen Bruchfläche förmlich unterhöhlt und vom übrigen Schaft getrennt wird.

b) Das Mark des Fibulaschaftes ist im unteren Fragment rein zellig, reich an großen, dünnwandigen Gefäßen, im oberen sehr gefäßarm, dafür reich an Riesenzellen.

c) Die Markhöhle im Frakturbereich enthält ein junges Bindegewebe mit mäßig vielen Gefäßen, vielen lichten Bindegewebszellen, welches sich auch von Fragment zu Fragment hinüberspannt, hier viele kleine Splitter enthält, zell- und gefäßarm ist und stellenweise verkalkt.

d) Der enostale knöcherne Markcallus ist wenig entwickelt und liegt nur in Form kleiner, aus geflechtartigem Knochen bestehender Bälkchen vor, welche im Bereich des fibrösen Markes auf der Endostfläche des Schaftes, aber auch seiner großen Splitter aufgeschossen sind und sogar diese mit dem Schaft wieder verbinden.

e) Der periostale Knorpelcallus ist noch in Form eines kontinuierlichen Ringes erhalten, der den dies- und jenseitigen enchondralen Callus miteinander verbindet, in der Äquatorialebene liegt und in seiner Mitte jenen fibrösen Markcallus durchtreten läßt, der sich von Mark zu Mark spannt. Am äußersten Rande ist der Knorpelcallus noch überall vom zellreichen Periost unmittelbar bedeckt und noch nirgends von knöchernem periostalen Callus überlagert. Beide

Fragmente sind demnach vorläufig nur knorpelig und bindegewebig miteinander verbunden. Nach innen zu grenzt der Knorpel an den fibrösen Markcallus, in den er langsam übergeht, nach oben und unten aber wird er in scharfer, fast gerader Linie enchondral ossifiziert. Wo große Splitter liegen, weist die Lage des Knorpelcallus gewisse Unregelmäßigkeiten auf, indem er einmal zwischen zwei Splitter oder zwischen Splitter und Schaft zu liegen kommt. Das Knorpelgewebe selbst zeigt keine regressiven Veränderungen, es sind auch die Fragmentenden nicht in ihn eingekeilt, die Knorpelzellen sind groß, rund, blau und werden nach oben und unten gegen den enchondralen Callus zu größer und heller, mit verkalkten, dunkelblauen Kapseln.

f) Enchondrale Ossifikation und enchondraler Callus. Die enchondrale Ossifikation ist lebhaft und ganz regulär. Stellen, wo der Knorpel einfach durch Gefäße weggeräumt wird, ohne daß sich darauf Ossifikation einstellen würde, sind noch nirgends zu sehen, da eine knöcherne Vereinigung der Fragmente noch fehlt. Im Gegenteil, dem vasculären Abbau folgt stets die Knochenapposition und es resultiert daraus ein enchondraler Callus mit dicht stehenden Knochenbalken, die zentral den verkalkten Knorpelrest führen und durch wie gewöhnlich enge Markräume voneinander getrennt sind, die ein von einer Menge prächtiger Osteoblasten umsäumtes Blutgefäß enthalten. Der enchondrale Callus schiebt sich oft weit über die Fragmente und zeigt so, wie weit ehedem der Knorpelcallus gereicht haben muß; er grenzt gegen die Äquatorialebene zu an den noch stehenden Knorpel, nach der entgegengesetzten Seite an den periostalen knöchernen Callus, in den er übergeht, nach innen zu sitzt er dem alten Schaft oder einem seiner großen Splitter auf, und außen wird er vom Periost bedeckt, ohne noch vom knöchernen Callus überlagert worden zu sein. Es gibt ein Stück enchondralen Callus, das mit dem ganzen übrigen in keinem Zusammenhang steht und einen großen Splitter mit dem Schaft verbindet.

g) Der periostale knöcherne Callus hüllt beide Fragmente zirkulär ein, indem er der Schaftoberfläche anliegt, ist außen vom Periost gedeckt und nimmt, wie in allen Fällen, an Dicke, je weiter von der Äquatorialebene, immer mehr ab und gegen die Äquatorialebene zu grenzt er an den enchondralen Callus, in den er übergeht. Seine Bälkchen sind der Hauptmasse nach aus reifem, d. h. zellarmem Knochengewebe aufgebaut, dessen Zellen aber noch groß sind und so zeigen, daß das Gewebe, wenn auch von reifem Typus, so doch noch jung ist. Auch geflechtartiger Knochen mit großen, plumpen, dichtstehenden Zellen und blauer, grob- und unregelmäßig geformter Grundsubstanz ist, wenn auch in geringerer Menge, vertreten, liegt meist im Zentrum der Bälkchen, geht in den reifen Knochen entweder allmählich über oder ist von ihm durch eine Kittlinie getrennt und findet sich an typischer Stelle, hart an der alten periostalen Schaftoberfläche, nicht weit vom Frakturende. Nur an einer Stelle liegt geflechtartiger Knochen fast rein vor, und zwar wo er einen großen Splitter mit dem Schaft verbindet. An anderen Stellen wird diese Verbindung durch reifen, periostalen Callus besorgt. In den engen Markräumen der Spongiosa finden sich schöne Osteoblasten um ein enges Gefäß. Doch gibt es auch sehr große, in typischer Weise tief zwischen altem Schaft und Callus durch Aushöhlung sekundär entstandene Markräume, die mit gefäßreichem, zelligem Mark angefüllt sind.

h) Das Osteoid ist recht häufig, aber wie gewöhnlich fast nur am periostalen knöchernen Callus zu finden. Nach 47 Messungen beträgt seine durchschnittliche Dicke 6·3 μ, die maximale 17·5 μ, die minimalste 2·5 μ.

i) Das Periost ist nur mäßig verdickt.

k) Unter den Splittern gibt es hier einige besonders große, die entweder ganz oder partiell nekrotisch sein können, zum Teil lacunäre Ränder, zum Teil noch ihre alten Bruchflächen aufweisen, durch verschiedenes Material, so z. B. durch Knorpel und enchondralen Callus, primitiven und reifen periostalen Knochencallus und durch Bindegewebe untereinander und mit dem Schaft verbunden sind und so mit zur Callusbildung verwendet wurden. Doch gibt es auch viele kleine, ganz nekrotische Splitter, die nicht im Periost, sondern im Knorpel und fibrösen Callus liegen und an letzterer Stelle nur von wenigen Riesenzellen umlagert sind.

* * *

Fall 8. 15 Tage vor der Tötung des Tieres wurde die rechte Fibula frakturiert. Heilung per primam. Bei der Obduktion war der Callus etwas, aber nur noch sehr wenig beweglich.

Histologischer Befund. Der Knochen wurde 4 Tage in Müller entkalkt.

a) Der alte Fibulaschaft ist durchwegs solid, hat nirgends eine Markhöhle. Beide Frakturenden sind nekrotisch, das obere sogar auf eine sehr lange Strecke. Die Fragmente stehen tadellos adaptiert übereinander. Im Gegensatz zu

anderen Fällen ist hier am Frakturende die lacunäre Resorption von der Bruchfläche aus stärker als von der Periostfläche aus erfolgt; ins obere Fragment ist sogar eine tiefe Grube eingefressen.

b) Weder ein zelliges Mark, noch

c) fibröses Mark im Frakturbereich, noch

d) einen endostalen Callus gibt es hier, weil ein Endost und eine Markhöhle überhaupt fehlen. Während meist das fibröse Mark im Frakturbereich sich von Fragment zu Fragment spannt und sie verbindet, kommt hier dieser an großen, hellen, protoplasmareichen Zellen und weiten, dünnwandigen Gefäßen reiche fibröse Callus, der allmählich auch in Knorpel übergeht, vom Periost her, und zwar von jener bei der Operation entblößten Seite desselben her, auf der die Callusbildung meist recht dürftig auszufallen pflegt. Der fibröse periostale Callus nun zieht auf der genannten Seite in die Tiefe zwischen dem auf dieser Seite recht dürftigen knöchernen Callus beider Fragmente durch und gelangt so in die Tiefe zwischen die Fragmentenden des alten Schaftes.

e) Der periostale Knorpelcallus stellt einen noch dicken, die Äquatorialebene einnehmenden, den Callus beider Seiten verbindenden Ring dar, der nur auf der Seite, wo der oben erwähnte fibröse Callus seine Stelle einnimmt, fehlt. Der Knorpel grenzt nach oben und unten an den aus ihm hervorgehenden enchondralen Callus, nach innen an den fibrösen Callus, in den er langsam übergeht, nach außen ist er vom Periost bedeckt und noch nirgends von knöchernem Callus überlagert, so daß der dies- und jenseitige Callus bisher nur bindegewebig und knorpelig miteinander verbunden sind. Das Knorpelgewebe hat in der Mitte seiner Dicke prächtige, runde Knorpelzellen, die in reichlicher rotvioletter, kalkloser Grundsubstanz liegen, nach oben und unten aber, also gegen die Zone der enchondralen Ossifikation hin werden die Zellen größer und die Grundsubstanz verkalkt allmählich, wird ganz dunkel und rein blau; wir haben es mit einer ausgesprochenen präparatorischen Verkalkungszone zu tun, die vollkommen an die gleiche Schicht in der Rippe erinnert.

f) Die enchondrale Ossifikation und der enchondrale Callus. Die enchondrale Ossifikation rückt in gerader Linie von oben und unten in den Knorpel vor, welche mehr oder weniger senkrecht zur Längsachse der Fibula steht, geht regulär vor sich und führt zur Bildung eines dichtbalkigen, spongiösen enchondralen Callus, dessen Balken zentral den typischen Korpeleinschluß und zwischen sich enge Markräume mit Gefäßen und Osteoblasten aufweisen. Die Gesamtmenge des enchondralen Callus ist nicht groß, darum schiebt er sich nicht weit über die Fragmente. Der in anderen Fällen gesehene vasculäre Knorpelabbau ohne folgenden Knochenanbau findet sich hier nirgends. Hingegen ist hier wieder stellenweise der allmähliche Übergang von Knochen zu Knorpel nachweisbar.

g) Der periostale knöcherne Callus ist, wie schon erwähnt, über beiden Fragmenten auf der Seite, wo es einen fibrösen Callus gibt, sehr dürftig entwickelt, im übrigen aber kräftig. Er hüllt beiderseits den alten Schaft ein, wird in der der Äquatorialebene entgegengesetzten Richtung immer dünner und verschwindet ganz. Gegen den Äquator geht er in den enchondralen Callus über und außen wird er vom Periost begrenzt. Er besteht der Hauptmasse nach aus reifem Knochengewebe, dessen Zellen aber noch etwas groß sind und weist auch schon Kittlinien auf. Geflechtartiger Knochen liegt an typischer Stelle nahe dem alten Schaft, unweit der Frakturstelle, bildet hier das Zentrum der Bälkchen und ist vom reifen Knochengewebe der Balkenperipherie meist durch eine Kittlinie abgegrenzt. In den gewöhnlich engen Markräumen liegt meist ein von Osteoblasten umringtes Blutgefäß, manchmal auch noch etwas Bindegewebe. Die in der Tiefe zwischen Callus und altem Schaft liegenden großen Markräume jedoch enthalten gefäßreiches, zelliges Mark.

h) Das Osteoid ist im periostalen Callus recht häufig, sonst spärlich anzutreffen. 34 Messungen, 5·5 μ Durchschnitt, 12·5 μ Maximum, 1·3 μ Minimum.

i) Das Periost ist im Bereich des Callus dicker als über dem alten Schaft.

k) Splitter sind nur in geringer Zahl vorhanden, einige im Knorpel und knöchernen Callus, sehr wenige im Periost selbst, ohne umgebende Riesenzellen, staubförmig feine im fibrösen Callus.

* * *

B. Das histologische Bild des Frakturcallus beim normalen Tier.

Im folgenden wird nicht etwa vom Ablauf der Frakturheilung, von ihrem ersten Beginn bis zum Abschluß die Rede sein; Untersuchungen dieser Art sind schon mehrfach ausgeführt und publiziert

worden. Uns handelt es sich nur darum, ein normales Kontrollobjekt für unsere Rachitistiere zu schaffen. Wenn wir aber auf das Zustandsbild des 15tägigen Callus näher eingehen, so geschieht das darum, weil trotz der gleichen Heilungsdauer, wie wir sehen werden, doch eine gewisse, wenn auch beschränkte Variationsbreite des Heilungszustandes zu verzeichnen ist. Auf die umfängliche Callusliteratur soll ebenfalls nicht eingegangen werden. Die folgenden Ausführungen machen daher keineswegs den Anspruch auf Vollständigkeit der Literaturangaben. Nur so viel sei erwähnt, daß speziell an der Ratte ebenfalls schon Callusuntersuchungen von Cornil und Ranvier sowie von Rigal und Vignal vorliegen.

Es kommt dem Vergleichswert der Fälle zugute, daß sie per primam geheilt sind; nur im Falle 6 ist die Hautnaht an einer Stelle aufgegangen und die Haut war etwas infiltriert, ohne daß das Infiltrat in die Tiefe gegriffen hätte; insbesondere war der Callus frei von Entzündung, so daß der Fall den anderen doch gleichwertig ist.

Bei der Obduktion wurde die Fibula stets in toto herausgenommen und darnach der Callus auf seine Festigkeit geprüft. Es stellte sich dabei heraus, daß in vier Fällen die Fragmente bereits fest vereinigt waren, während in den vier restlichen Fällen der Callus noch eine Spur beweglich war.

* * *

Im alten Fibulaschaft war die Corticalis stets von kompaktem Bau und frei von Porose. Gegen das Frakturende war histologisch die Corticalis, mit Ausnahme des Falles 3, stets nekrotisch, was daran zu erkennen war, daß sich die Knochenzellen nicht mehr färbten (Fig. 2 *b*). Das Nekrosegebiet war in den Fällen 1 und 6 dadurch reduziert, daß am Frakturende lacunärer Abbau bereits in erheblichem Grade stattgefunden hatte. Die Ursache der Nekrose ist nicht etwa eine durch die Gewebstrennung verursachte Zirkulationsstörung, sondern die Quetschung der Knochenzellen durch die Schere, mit der die Fraktur erzeugt wurde. Der Beweis für diese Annahme kommt später gelegentlich der Knochensplitter zur Sprache.

In drei Fällen waren beide Fragmente ihrer ganzen Länge nach von einer Markhöhle durchzogen; diese war im Falle 5 auffallend eng, was vielleicht damit zusammenhängt, daß das Tier das älteste der Reihe war. In drei weiteren Fällen hatte die Fibula nur in ihrem oberen Abschnitt eine Markhöhle, unten war sie solid und die Fraktur wurde einmal gerade an der Grenze, zweimal noch im oberen hohlen Schaftteil angelegt. In zwei Fällen endlich war der Fibulaschaft durchwegs solid (Fig. 1). Das im Callus steckende Fragmentende, nicht aber der übrige Schaft, war im vorliegenden Heilungsstadium der Fraktur stets lacunär angenagt, wenn auch in sehr verschiedenem Grade. Bald war dies so wenig der Fall, daß die Fragmentenden noch ebenso in Kontakt standen und ebenso geformt waren, wie unmittelbar nach Anlegung der Fraktur (Fig. 1); bald war der lacunäre Abbau so weit vorgeschritten, daß die Fragmentenden fein zugespitzt (Fig. 2) und so weit abgenagt waren, daß sie nicht mehr in Kontakt standen. Wir können uns daher der Meinung von Cornil und Coudray nicht anschließen, die behaupten, die nekrotischen Fragmentenden werden nicht abgebaut, sondern bleiben stehen und dienen den Callusbälkchen zur Insertion.

Der Abbau war in der Regel an der Peri- und Endostfläche am meisten, an der Bruchfläche am wenigsten vorgeschritten. Dies hat darin seinen Grund, daß zum osteoklastischen Abbau der Kontakt des Knochens mit gefäßführendem Bindegewebe erforderlich ist, der an der Peri- und Endostfläche von Haus aus gegeben war, an der Bruchfläche aber erst sekundär hergestellt werden mußte.

Dafür aber, daß die Bruchfläche trotz des lebhaft um sie herum vor sich gehenden lacunären Abbaues oft erstaunlich gut erhalten war, besteht noch der besondere Grund darin, daß nicht selten die Bruchfläche (Fig. 1 *a*) im Callusknorpel (Fig. 1 *b*) steckt, wo sie wegen der Gefäßlosigkeit des letzteren vor jedem lacunären Abbau gewahrt bleibt, wovon noch später die Rede sein soll. An einer derart konservierten Bruchfläche kann man manchmal noch sehen, wie die Schere den Knochen in seiner

Faserrichtung aufgesplittert und diese Splitter abgebogen hat. Auch völlige Abtrennung selbst großer Splitter von der Corticalis kommt vor.

Im Falle 8 war der lacunäre Abbau ausnahmsweise gerade an der Bruchfläche am stärksten, was vielleicht damit zusammenhängt, daß es sich gerade hier um einen völlig soliden Fibulaschaft handelt. Bei dem seinerzeit auf Taf. 2, Fig. 6 in der Frankfurter Zeitschrift für Pathologie abgebildeten Callus war der dort an der Frakturstelle ebenfalls solide Schaft tatsächlich auch nur an der Bruchfläche lacunär angenagt. Zumeist aber ist der lacunäre Abbau an der End- und namentlich der Periostfläche viel weiter vorgeschritten.

Die lacunäre periostale Fläche partizipiert an der Begrenzung gewisser großer Markräume des Callus, von denen unten noch genauer berichtet wird. Zuweilen ist der Abbau von der Periostfläche soweit gediehen, daß es zur fast völligen Abtrennung des äußersten, zum Teil noch die Bruchfläche tragenden Frakturendes gekommen ist.

Die Adaptierung der Fragmente war nur zweimal so tadellos, wie das in Fig. 1 zu sehen ist. In solchen Fällen war dann die Ausbildung des Callus meist zirkulär gleichmäßig (Fig. 1). Waren die Fragmente seitlich verschoben, so waren sie doch stets in paralleler Lage verblieben und die seitliche Verschiebung war bald sehr gering (Fall 3, 6), bald mäßig, so daß die Bruchenden partiell noch in Kontakt verblieben (Fall 4, 5, 7) und nur einmal (Fall 2) war die seitliche Verschiebung so stark, daß die Fragmente fast außer Kontakt kamen. In diesen Fällen war auch die Ausbildung des Callus nicht zirkulär gleichmäßig, sondern es war z. B. der Callus des oberen Fragmentes auf der Seite, wo sich auf ihn das Ende des unteren Fragmentes aufstützte, sehr kräftig entwickelt, auf der Seite, wo er keine wesentliche statische Aufgabe zu erfüllen hatte, sehr dürftig geblieben.

* * *

In der Markhöhle außerhalb des Callusbereiches war das Mark zellig, mit spärlichen Fettzellen untermischt, die zweimal auch ganz fehlten. Die Gefäße waren meist nur wenig entwickelt und die Riesenzellen spärlich und nicht immer vorhanden.

Im Callusbereich ist das Mark, sofern nur eine offene Markhöhle besteht, auf eine kurze Strecke konstant fibrös geworden (Fig. 2 *c*), doch sind die Bindegewebszellen noch groß, hell und zahlreich, die vielen Gefäße dünnwandig und weit, das Gewebe hat noch jugendlichen Charakter.

Mit Ausnahme des Falles 2, wo die Markhöhlen infolge der starken seitlichen Dislokation ganz auseinander geraten sind, schwingt sich das fibröse Mark von Fragment zu Fragment als fibröser Callus hinüber (Fig. 2 *d*), durchbohrt dabei den die Äquatorialebene des Callus stets einnehmenden Knorpel, ist hier zell- und gefäßärmer als innerhalb der Markhöhle und kann neben unbestimmbarem Detritus auch zerfallende rote Blutkörperchen, hämatogenes Pigment und meist kleine, dafür manchmal sehr zahlreiche Knochensplitter enthalten (Fig. 2 *o*), die hier nur ausnahmsweise von Riesenzellen umlagert sind (Fig. 2 *r*). Dort, wo der fibröse Callus (Fig. 2 *d*) seitlich vom Knorpel (Fig. 2 *e*) begrenzt wird, kann er auch Kalkkörnchen enthalten.

Im Falle 2 ist der periostale Knorpelcallus ins fibröse Mark eingewachsen, was durch die starke seitliche Verschiebung der Fragmente ermöglicht war. Im Falle 8, bei dem keine Markhöhle besteht, sind die Fragmentenden doch durch einen fibrösen Callus verbunden, der aber, wie klar zu sehen ist, vom Periost stammt.

In allen Fällen, in denen es eine Markhöhle gab, kam auch ein enostaler Callus zur Ausbildung, der aber stets sehr dürftig ausgebildet war. Zumeist bestand er nur aus einer dünnen, der lacunären enostalen Abbaufläche angelagerten Knochenschicht, seltener waren schon frei ins fibröse Mark hineinragende Bälkchen (Fig. 2 *f*), die zum Teil von einem Osteoblastensaum umgeben waren. Solche Bälkchen können auch aus dem fibrösen Mark entstanden sein und verdienen dann strenge genommen nicht den

Namen enostaler Callus. Ausnahmsweise ereignete es sich, daß der enostale Callus einen losen Knochensplitter mit der Endostfläche des alten Schaftes verband.

* * *

Ausnahmslos in jedem Falle fand sich ein Knorpelcallus, der in typischer Weise als eine platte Scheibe oder ein platter Ring die Äquatorialebene des ganzen Frakturcallus einnimmt (Fig. 1 *b*, *b*) und wie ein elastischer Polster zwischen den dies- und jenseitigen, die Fragmentenden einhüllenden knöchernen Callus (Fig. 1 *f*) eingeschoben ist.

Es scheint dem Heilungsprozeß dienlich, daß zwischen die nun einmal beweglichen Fragmente als erstes verbindendes Gewebe Knorpel auftritt, der bei Bewegungen der Frakturstelle, ohne Schaden zu leiden, bis zu einem gewissen Grade deformiert werden kann und andrerseits doch wieder notdürftig eine gewisse Verbindung herstellt, die dann ganz allmählich dadurch zu einer festen wird, daß der Knorpel auf enchondralem Wege in Knochen überführt wird. Wäre das erste die Fragmente vereinigende Element etwa ein Knochenbälkchen, so würde dieses infolge der Bewegung der Fragmente bei der ersten Gelegenheit zerbrechen, denn Knochengewebe ist nicht so biegsam wie Knorpel und bricht bei brüsken Formveränderungen.

Die meist die ganze Äquatorialebene einnehmende, oft recht dicke Knorpelscheibe hat zentral eine Öffnung, durch die sie den schon beschriebenen, von Mark zu Mark sich spannenden fibrösen Callus durchtreten läßt. So grenzt der Knorpelcallus gegen die Knochenachse hin an Bindegewebe, in das das Knorpelgewebe langsam übergeht. Einmal war die Knorpelmasse auf der einen Seite durch einen Bindegewebsstreifen entzweigespalten, der vom Periost her axialwärts in den Callus hineinzog, einmal war von der gleichen Seite der Knorpel durch das gleiche Bindegewebe ganz ersetzt.

Nach oben und unten grenzt der Knorpelcallus (Fig. 2 *e*, 3 *c*) an den aus ihm hervorgehenden enchondralen Callus (Fig. 2 *i*, 3 *f*), der schon in allen Fällen vorhanden war. Doch war diese Überführung des Knorpels in Knochen in den verschiedenen Fällen verschieden weit gediehen; einmal war sie erst so wenig vorgeschritten, daß der Knorpelcallus noch als dicke Scheibe vorlag, die die Äquatorialebene von Periost zu Periost einnahm (Fig. 1), ein andermal so weit gediehen, daß vom Knorpelcallus nur noch eine dünne, äquatoriale Scheibe (Fall 5) übrig blieb oder gar nur geringe, diskontinuierliche, nicht in jedem Schnitt vorhandene Knorpelinseln (Fall 8). Auf keinen Fall darf man am 15. Heilungstag aus der vorliegenden Menge des Knorpelgewebes darauf schließen, daß von Haus aus nicht mehr vorhanden war.

Liegt der Korpel noch in dicker Masse vor, so sind die Frakturenden des alten Schaftes meist in sie wie in Wachs eingespießt, was in verschiedenem Grade der Fall sein, unter Umständen auch fehlen kann.

Nach außen findet der Knorpel seinen Abschluß in den meisten Fällen an der ganzen Circumferenz oder an einem Teile derselben durch das deckende Periost. Im Falle 6 aber war der äußerste Rand der Knorpelscheibe durch eine periostale Knochenbrücke vom Periost abgedrängt, welche bereits eine knöcherne Verbindung zwischen dem dies- und jenseitigen knöchernen periostalen Callus über den knorpeligen hinweg, hergestellt hatte. Dies war im Falle 2 und 5 nur an einem Teil der Circumferenz der Fall. In dem Stadium, in dem diese erste knöcherne Brücke geschlagen wird, lauft diese nicht mehr Gefahr, durch die Bewegungen der Fragmente gebrochen zu werden, wie das unmittelbar nach der Fraktur der Fall gewesen wäre. Denn, wie die Fig. 1 zeigt, ist jedes Fragmentende derzeit in einen kegelförmigen knöchernen Callus eingehüllt, die Kegel liegen mit ihren Basen zueinander und zwischen beiden liegt die Knorpelscheibe. Die Beweglichkeit der Fragmente gegeneinander ist damit noch nicht aufgehoben, aber gegen den Zeitpunkt unmittelbar nach der Fraktur in hohem Grade eingeschränkt und damit scheint auch der Zeitpunkt gekommen, wo eine knöcherne Vereinigung der Fragmente angebahnt werden kann.

Wie weit der Knorpel die Aufgabe erfüllt, sich zwischen zwei harte, gegeneinander bewegliche Knochen als provisorisches Bindeglied zu legen, erkennt man daran, daß dies nicht nur da geschieht

wo es ein Haupterfordernis ist, nämlich zwischen dem dies- und jenseitigen callusumringten Schaftfragment, sondern selbst da, wo sich zwei lose Knochensplitter aneinander reiben oder ein solcher an dem Fibulaschaft.

Das Knorpelgewebe selbst ist nur selten in allen Teilen von gleicher Beschaffenheit, zumeist zeigt es in der Mitte seiner Dicke, also genau in der Äquatorialebene des gesamten Callus, regressive Erscheinungen, wie kleine, platte oder sternförmige Zellen mit dunklen, pyknotischen Kernen und eine reichliche, mehr rote, zuweilen aufgefaserte Grundsubstanz (Fig. 3 *c*). Im Falle 5 war bei der schon sehr vorgeschrittenen enchondralen Ossifikation der Knorpel so weit aufgebraucht, daß von ihm nur noch die zentralen, regressiv veränderten Partien übrig geblieben waren. Genau an jenen Stellen, wo die Fragmentenden des Fibulaschaftes in das Knorpelgewebe eingespießt sind, zeigt dieses als Folge der Quetschung durch die brüsken Bewegungen der Fragmente regressive Veränderungen. Die Grundsubstanz ist zu einem roten oder blaßblauen, dichten Faserwerk verwandelt, die Zellen sind klein, platt, dunkel oder fehlen ganz, so daß damit das Charakteristische des Knorpelgewebes verloren geht und zwischen den Fragmentenden kann sich im Knorpel sogar eine kleine Zerfallshöhle mit blauem Detritus ausbilden.

Gegen den oberen und unteren Rand der Knorpelscheibe hin, wo, wie wir bald hören werden, die enchondrale Ossifikation vor sich geht, werden die Zellen zahlreicher, größer, liegen dichter zusammen, sind dunkelblau, rundlich oder platten sich zu polygonalen Formen ab und gegen den äußersten Rand werden sie heller, haben ein ganz helles Protoplasma, einen mehr dunklen Kern und eine ganz dunkelblaue Kapsel und damit Hand in Hand wird die stets ganz gefäßlose Grundsubstanz spärlicher und mehr violett (Fig. 2 *f*, 3 *b*). Diese, die enchondrale Ossifikation ankündigende Knorpelveränderung, wobei nur die Säulenstellung der Zellen konstant fehlt, erinnert umso lebhafter an den analogen Vorgang, wie wir ihn in der Rippe gesehen haben, als gegen den Knorpelrand, offenbar infolge Kalkaufnahme, die Grundsubstanz allmählich ohne scharfe Grenze immer stärker und reiner blau wird. Namentlich die Knorpelkapseln werden davon ganz intensiv dunkelblau (Fig. 3 *b*), während der Kalkgehalt der Knorpelgrundsubstanz am klarsten erst da vorliegt, wo sie bereits als Einschluß in den Knochenbälkchen des enchondralen Callus liegt. Das Größerwerden der Knorpelzellen und das Auftreten der Verkalkung mit der Entfernung von der Bruchstelle hat schon Kassowitz gesehen.

Kassowitz war der erste, der die Lage des Knorpelcallus an der Bruchstelle damit erklärte, daß der Knorpel eben nur dort entsteht, wo das Bildungsgewebe des Callus bei der Verschiebung der Bruchstücke gerieben, gedrückt, gezerrt wird. Nach Roux ist das Knorpelgewebe von allen Geweben am geeignetsten, der Abscherung zu widerstehen und entsteht so, daß da, wo Abscherung, d. h. Verschiebung von Substanzschichten besteht, alle anderen Zellen zugrunde gehen, mit Ausnahme solcher, die Knorpelgewebe hervorzubringen vermögen. Die Angaben von Kassowitz über die Lage des Knorpelcallus finden wir in den Versuchen von Kapsammer bestätigt; Rigal und Vignal finden beim 14tägigen Callus der Ratte die Fragmentenden vom Knorpelcallus wie von einem Muff umgeben; Cornil und Coudray finden beide Fragmente durch den Knorpelcallus wie durch eine Scheidewand getrennt. Daß der Knorpelcallus beim Erwachsenen im Gegensatz zum Kind und Tier nur inkonstant gefunden wird, führt M. B. Schmidt darauf zurück, daß beim ersteren die Beweglichkeit der Bruchenden gering ist; er betont auch, daß bei alten Luxationen das gedrückte Periost ebenfalls eine knorpelige Gelenksfläche erzeugt und daß nach Entfernung eines Corticalisstückes ohne Unterbrechung der Knochenkontinuität der Callus frei bleibt von Knorpel. Cornil und Coudray finden ferner die Angaben früherer Autoren bestätigt, daß täglich von neuem absichtlich mobilisierte Frakturen einen ungewöhnlich starken Knorpelcallus produzieren.

* * *

Die enchondrale Ossifikation der Knorpelscheibe geht nur an ihrer oberen und unteren Fläche vor sich, welche manchmal fast eben ist und stets die Neigung verrät, senkrecht auf die Belastungsrichtung des Knochens zu stehen (Fig. 3 *e*), genau so wie das oft bei der physiologischen

enchondralen Ossifikation an den langen Röhrenknochen der Extremitäten der Fall zu sein pflegt. Im Falle 6 ist die enchondrale Ossifikation schon so weit gediehen, daß die beiderseitigen Ossifikationslinien in der Äquatorialebene zusammengekommen sind und die letzten Knorpelreste axialwärts am fibrösen Callus liegen, von dem aus niemals die enchondrale Ossifikation ausgeht. Diese fehlt auch stets an den Stellen, wo das Frakturende des Schaftes in den Knorpel eingespießt ist. Die enchondrale Ossifikation des Knorpelcallus ist natürlich schon von vielen Seiten beim Tier und Menschen (Somands) gesehen worden. Speziell bei der Ratte finden Rigal und Vignal den Prozeß am 20. Tage abgeschlossen und und Cornil und Coudray sahen beim Kaninchen stellenweise sogar die Säulenstellung der Knorpelzellen auftreten.

Der Modus der enchondralen Ossifikation ist hier im allgemeinen derselbe wie unter physiologischen Umständen und wird dadurch eingeleitet, daß Blutkapillaren Knorpelkapseln aufbrechen und so aus dem Knorpel Buchten ausgehoben werden (Fig. 2 *g*, 3 *e*), in denen allsogleich oft prächtig ausgebildete Osteoblasten auftreten. Diese apponieren sehr rasch auf die stehengebliebenen Reste der Knorpelgrundsubstanz einen Knochenanwurf, welcher die Innenwand der Bucht auskleidet oder diese in Form eines Globulus ausfüllt.

Es resultieren bei diesem Prozeß Knochenbälkchen, die, im Gegensatz zu dem bald zu besprechenden direkt periostalen Callus, ihre enchondrale Genese beim ersten Anblick dadurch verraten, daß sie zentral den dunkelblauen, gleichmäßig verkalkten Knorpelgrundsubstanzeinschluß aufweisen, der durch eine scharfe, konkav globuläre Linie vom Knochengewebe abgegrenzt ist (Fig. 2 *i*). Die Bälkchen sind nahe der Ossifikationslinie noch dünn, weiter weg von ihr dicker, weil älter und obwohl sie ein vollkommenes Analogon dessen sind, was wir an der normalen Rippe als primäre Spongiosa kennen gelernt haben, stehen sie ganz unregelmäßig und nicht parallel zueinander, was darin seinen Grund hat, daß die enchondrale Spongiosa in ihrer Struktur ein Abklatsch der Knorpelstruktur ist und der Knorpelcallus die Säulenanordnung der Zellen vermissen läßt.

In ihrer Gesamtmasse setzen die enchondralen Knochenbälkchen den enchondralen Callus zusammen (Fig. 2 *i*), der eine meist dichte Spongiosa darstellt, in deren engen Markräumen nur ein Gefäß Platz hat, das von einer oder mehreren Reihen oft prächtig entwickelter Osteoblasten umgeben ist. Die Gesamtmasse des enchondralen Callus, der niemals fehlt, ist in den einzelnen Fällen sehr verschieden. Bald ist die Masse gering (Fall 8), bald schon halb (Fall 2) oder ganz so groß (Fall 3) oder gar noch größer (Fall 1) als die Masse des Knorpelcallus, ja der enchondrale Callus kann so reichlich vorliegen, daß er weit über die Fragmentenden des Schaftes geschoben ist und diese einhüllt (Fall 4 bis 7). Die Ausdehnung des enchondralen Callus zeigt uns dann an, wie groß ehedem der Knorpelcallus selbst gewesen ist, daß er sich früher nicht nur wie jetzt auf die Äquatorialebene beschränkte, sondern auch weithin über die Fragmentenden gestülpt war, aber in dem Maße, als der enchondrale Callus auf seine Kosten wuchs, immer mehr an Boden verlor und sich auf die Äquatorialebene zurückzog.

Nach alledem grenzt der enchondrale Callus (Fig. 2 *i*, 3 *f*) gegen die Äquatorialebene hin an den Knorpelcallus (Fig. 2 *f*, 3 *b*), nach der entgegengesetzten Richtung an den direkt periostalen knöchernen Callus (Fig. 2, 3 *k*), von dem unten die Rede ist, axialwärts, wenn seine Ausdehnung eine entsprechende ist, an die Corticalis des alten Schaftes, nach außen entweder an das Periost (Fig. 2 *p*), oder aber an periostales Knochengewebe (Fig. 3 *n*), welches hier in gleicher Weise über dem enchondralen Callus vom Periost aufgebaut wurde, wie das schon beim Knorpelcallus beschrieben ist.

So wie (s. o.) es vorkommt, daß ein loser Knochensplitter vermittels Knorpel mit dem alten Schaft verbunden ist, so kommt es gelegentlich auch vor (Fall 7), daß diese Verbindung bereits durch enchondralen Callus hergestellt ist. Es ist ferner zu betonen, daß im Falle 3 an einzelnen Stellen die enchondrale Ossifikation des Knorpels dadurch unterblieb, daß sie durch einen größeren, der Knorpeloberfläche anliegenden Splitter verhindert wurde. Endlich sei erwähnt, daß ausnahmsweise mitten im enchondralen Callus ein kleiner Rest unverbrauchten Knorpels mit intakten Zellen angetroffen werden kann (Fall 1, 5).

Wir haben eben gehört, daß der Knochenanwurf sehr bald nach Eröffnung der Kapsel sich einzustellen pflegt und vorgreifend kann noch hinzugefügt werden, daß er ein Ort bevorzugter Kalkablagerung ist, so daß auch darin die Ähnlichkeit mit der normalen Rippe groß ist. Um so verwunderlicher war es, daß in einzelnen Fällen sich auch folgende Bilder fanden. In einem bald größeren, bald kleineren Gebiete waren alle Knorpelkapseln durch Capillaren aufgebrochen, aber ein Knochenanwurf stellte sich nicht ein, obwohl einzelne Capillaren schon mehrere (bis acht) Zellen hintereinander eröffnet hatten. Ein solcher von Capillaren zernagter Knorpel macht einen wurmstichigen Eindruck und stellt eigentlich ein Netz verkalkter Grundsubstanz dar, dessen Maschen von Gefäßen durchzogen sind. Indem auch mehr Grundsubstanz mitabgetragen wird, können sich auch größere Höhlen im Knorpel ausbilden. Es ist das, wenn man so sagen darf, eine auf halbem Wege stehen gebliebene enchondrale Ossifikation, die sich nur auf den vasculären Knorpelabbau beschränkt, worauf es hier allein anzukommen scheint.

Die Erklärung dieses Vorganges ist offenbar die, daß im vorliegenden Heilungsstadium an manchen Stellen Neubildung von enchondralem Knochen überflüssig geworden war und darum der Knorpel bloß einfach weggeschafft wird. Es ist in diesem Sinne bezeichnend, daß sich in solchen Fällen meist schon an der äußersten Callusoberfläche, also an seinem vom Standpunkte der Biegungs- und Strebefestigkeit statisch wichtigsten Orte, eine knöcherne Vereinigung des dies- und jenseitigen Callus eingestellt hat und daß der vasculäre Knorpelabbau ohne folgende Ossifikation sich in den mehr zentralen, statisch minder wichtigen Callusteilen vorfindet. Die periphere knöcherne Brücke entzieht, um mit Roux zu sprechen, dem Calluszentrum den Reiz und damit entfällt an letzterer Stelle das die Knochenbildung anregende Agens. Daß aber die Callusperipherie statisch wichtiger ist als das Zentrum, werden wir noch beim normalen und rachitischen Callus zu sehen Gelegenheit haben.

Noch eines besonderen Vorkommnisses im Knorpel soll Erwähnung getan werden. In verschiedener Häufigkeit, mit Vorliebe da, wo nahe der Callusoberfläche der Knorpelcallus von der ersten knöchernen Brücke überlagert wird, begegnet man einem allmählichen, kontinuierlichen Übergang von Knorpel- zu Knochengewebe. Es verliert dabei die Knorpelgrundsubstanz allmählich ihre Basophilie, wird rein rot wie Knochengrundsubstanz und es sieht an solchen Stellen so aus, wie wenn die vollkommen typischen Knorpelzellen in Knochengrundsubstanz liegen würden. Je mehr wir aber gegen den Knochen vorrücken, desto mehr nehmen, in allmählichem Übergang, die Knorpelzellen den Charakter von Knochenzellen an, so daß schließlich ganz typisches Knochengewebe vorliegt.

Solche Bilder sind nicht so zu deuten, als ob hier das Knorpelgewebe allmählich eine Umwandlung zu Knochengewebe durchmachen würde, was dann eine direkte Metaplasie wäre. Die Bilder sind vielmehr ganz anders aufzufassen. Sowohl der periostale knöcherne Callus als auch der Knorpelcallus gehen aus einem jungen Keimgewebe hervor, welches aus periostaler Wucherung entsteht. Dasselbe Keimgewebe erzeugt aber an einer Stelle Knorpel-, an einer benachbarten Knochengewebe und beide Gebiete sind natürlicherweise nicht durch eine Linie scharf voneinander getrennt, sondern gehen, wo sie zusammenstoßen, allmählich ineinander über. So also entstehen beide Gewebsarten nicht auseinander, sondern gleichzeitig und nebeneinander aus einem gemeinschaftlichen Keimgewebe.

Es ist ferner der Fall möglich, daß sie nacheinander, wenn auch nicht auseinander entstehen, und zwar so, daß das Keimgewebe bis zu einem bestimmten Zeitpunkt Knorpelgewebe hervorbringt, und wenn nach solchem kein Bedürfnis mehr besteht, so hört die Gewebsproduktion nicht auf, sondern dauert fort, ändert aber langsam ihren Charakter, indem nunmehr das Endprodukt dieser Gewebsbildung Knochengewebe ist. Da also bei diesem Wandel der Produktionsrichtung die Kontinuität der Gewebsproduktion nicht unterbrochen wird, muß ein allmählicher Übergang einer Gewebsart in die andere zustande kommen.

Der Ort, wo dieser Wandel der Produktionsrichtung sich oft findet, ist gerade die Stelle, wo der Knorpelcallus vom Periost bedeckt wird. Hier entsteht aus dem Periost nur bis zu einem gewissen Zeitpunkt Knorpel, von da an wird dieser von Knochen überlagert, der dann, wie schon oben erwähnt, eine knöcherne Vereinigung beider Fragmente stellenweise bereits zu einer Zeit anbahnt, wo im übrigen

diese Vereinigung noch knorpelig ist, da der Knorpelcallus noch lange nicht ganz der enchondralen Ossifikation zum Opfer gefallen ist.

Duhamel war der erste, der den Callus der Hauptsache nach als ein Produkt des Periostes erkannte und die späteren histologischen Untersuchungen zeigten in der Tat, daß sowohl der Knorpel- als auch der Knochencallus aus einem Keimgewebe hervorgehen, das aus dem Periost entsteht. Den allmählichen Übergang von Knochen- und Knorpelgewebe ineinander schildert bereits Kassowitz als eine knorpelähnliche Modifikation des osteoiden Gewebes mit Knorpelzellen in Knochengrundsubstanz und er nimmt, wie auch viele spätere Autoren, an, daß es sich um eine direkte Metaplasie von Knorpel zu Knochen handle, wobei sich die Knorpelzellen zu Knochenzellen und die Knorpelgrundsubstanz zu Knochengrundsubstanz umwandle. Wie ich schon früher einmal betont habe, gelingt es, bei der Ratte zumindest, nirgends sich davon zu überzeugen, daß, es eine solche Metaplasie wirklich gibt. Doch muß betont werden, daß Kassowitz ausdrücklich noch eine zweite Erklärungsart erwähnt, wonach aus dem periostalen Bildungsgewebe »neben- und nacheinander« Knorpel- und Knochengewebe entsteht.

* * *

Wir gehen nun zum periostalen knöchernen Callus über und verstehen darunter jenen Teil, der im Gegensatz zum enchondralen direkt aus dem Periost hervorgeht. Der Knorpelcallus, und damit auch der enchondrale Callus, sind wohl auch periostaler Herkunft, aber letzterer entsteht aus dem Periost eben indirekt, auf dem Umweg über den Knorpelcallus.

Der periostale knöcherne Callus ist stets ein sehr wichtiger Bestandteil des Gesamtcallus (Fig. 1 *f*, 2 *l*, 3 *d*) und hat folgende Begrenzung. Er liegt axialwärts der Oberfläche des alten Schaftes (Fig. 1, 2 *a*) direkt an und hüllt ihn zirkulär ein. Er ist gegen die Äquatorialebene am dicksten, wird nach der entgegengesetzten Richtung allmählich dünner (Fig. 2 *l*) und hört dann ganz auf. Damit ist die Spindelform des gesamten Frakturcallus gegeben (Fig. 1). Nach außen ist der periostale knöcherne Callus vom Periost bedeckt, aus dem er hervorgegangen ist (Fig. 2 *p*, 3 *l*), gegen die Äquatorialebene hin stößt er an den enchondralen Callus (Fig. 2 *i*, 3 *f*), gegen den er sich nicht etwa linear scharf begrenzt, sondern beide gehen ineinander über. Es ist schon oben erwähnt, daß der periostale knöcherne Callus in einigen Fällen an der äußersten Callusperipherie über den enchondralen und Knorpelcallus hinweg von einer zur anderen Seite bereits eine Brücke geschlagen hat.

Nicht in allen Fällen ist der periostale Callus gleichmäßig zirkulär ausgebildet. Es ist schon erwähnt, daß bei starker seitlicher Verschiebung der Fragmente der zu dem einen Fragmente gehörige Callus auf der medialen Seite z. B. ganz dürftig, auf der lateralen um so kräftiger entwickelt ist und dies ist, dem anderen Fragment entsprechend, wieder umgekehrt der Fall. Auf jener Seite ferner, an der die Fibula zum Zwecke der Operation bloßgelegt zu werden pflegte und wohl von Muskeln überlagert, aber frei ist von ihren Insertionen, kam es öfter vor, daß der Callus im allgemeinen, also auch der periostale knöcherne viel schlechter entwickelt war als an anderen Stellen. Dies war der Ort, wo auch der Knorpelcallus, wie schon erwähnt, ganz oder partiell durch fibrösen Callus ersetzt sein konnte.

Der periostale knöcherne Callus besteht aus verschieden dicken, meist dichtstehenden Balken (Fig. 1 *f*, 2 *k*, 3 *d*), diese wieder aus Knochengewebe von reifem Typus mit rotvioletter Grundsubstanz und spärlichen, länglichen, meist kleinen Knochenzellen, die manchmal auch etwas größer sein können, als Zeichen ihres noch geringen Alters.

Ausnahmslos in jedem Falle, wenn auch zuweilen in geringer Menge, fand sich auch Knochengewebe von unreifem Typus mit mehr blau gefärbter, spärlicher, grob und regellos gefaserter Grundsubstanz und zahlreichen, dichtstehenden, großen, plumpen, unregelmäßig gestalteten Knochenkörperchen. Dies ist geflechtartiger Knochen, wie er in den ersten Anfängen des Callus auftritt. Da er ungemein rasch entsteht, ist seine Struktur unvollkommen. Er ist sozusagen ein Notverband aus wenig gediegenem, aber rasch herstellbarem Material, ein primitiver Callus. Wenn sich dann die Callusproduktion verlangsamt

wird gediegeneres Knochengewebe von reiferer Struktur hervorgebracht, das den primitiven Callus teils überlagert, teils durch Apposition seine Balken verdickt. Daher kommt es, daß die Balken an der Callusperipherie (Fig. 2 *k*, 3 *d*) ausschließlich aus reifem Knochengewebe aufgebaut sind, während in der Tiefe des Callus die Balken aus reifem Knochengewebe zentral geflechtartigen Knochen enthalten (Fig. 3 *k*), wie überhaupt die Hauptfundstätte des geflechtartigen Knochengewebes die Gegend nahe der ehemaligen Schaftoberfläche und zugleich nahe der Bruchstelle ist (Fig. 2 *s*), also der Ort, wo ja der primitive Callus gebildet wird. Schon Kassowitz betont, daß das unreife oder geflechtartige Knochengewebe nur bei raschem Knochenwachstum gebildet wird, daher normaliter nur beim Fötus vorkommt und postfötal bei mit beträchtlicher Steigerung der Apposition einhergehenden Knochenerkrankungen. Aus besonders regem Wachstum erklärt ferner Pommer das Vorkommen von geflechtartigem Knochen an den Stellen von Muskelansätzen.

Die Art, wie sich im Balken beide Knochenarten gegeneinander abgrenzen, ist verschieden. Entweder sind sie, was man in keinem Falle vermißt, durch eine lacunäre Kittlinie scharf voneinander abgegrenzt, ein Zeichen, daß hier schon der primitive Callus partiell abgebaut und durch reiferen ersetzt worden war. Dieser Umbau fehlte in keinem Falle und zuweilen sah man ihn noch im Gange, wobei es auffiel, daß die Osteoklasten, wo sie einen gemischten Balken abzutragen im Begriffe waren, mit ihrer Arbeit im geflechtartigen Knochen rascher vorwärts kamen als im reifen, wieder ein Zeichen für die minder gediegene Beschaffenheit des ersteren.

An anderen Stellen jedoch gingen beide Knochenarten, wie das Kassowitz für den normalen Fötus und Neugebornen beschreibt, ohne scharfe Grenze ineinander über, was ebenfalls in jedem Falle, wenn auch in manchem selten, zu konstatieren war. Dieser Übergang kann nur so erklärt werden, daß an solchen Stellen die Kontinuität der Knochenproduktion seit dem Beginn der Callusbildung nicht unterbrochen wurde, während inzwischen insofern ein Wechsel eintrat, als anstatt des anfänglich gebildeten geflechtartigen, nunmehr ein Knochengewebe von reifem Typus produziert wird. In der gleichen Art wurde oben auch der Übergang von Knorpel- in Knochengewebe erklärt.

Geflechtartiges Knochengewebe, nicht mit reiferem kombiniert, sondern allein für sich, fand sich nur an einer Stelle des Falles 7, wo es einen großen Splitter mit dem Schaft verband.

Die Spongiosa des periostalen knöchernen Callus ist meist dicht, die Markräume eng (Fig. 1 *g*, 2 *m*, 3 *o*), so daß außer einem Gefäß nur noch Osteoblasten Platz darin finden, die oft kräftig entwickelt sind und in einer oder mehreren Reihen dem Knochengewebe anliegen und das Gefäß umgeben. Ist der Markraum etwas größer (Fig. 3 *m*), so kann er überdies auch noch, wie das auch Cornil und Coudray finden, Bindegewebe enthalten.

Außerdem fanden sich in jedem Falle auch sehr große Markräume (Fig. 1 *h*, 2 *n*, 3 *p*), welche folgende besondere Eigenschaften aufwiesen. Sie liegen typischer Weise nur in den tiefen Anteilen des Callus, nahe am alten Schaft, der sie auch direkt zum Teil mitbegrenzt. Sie enthalten stets ein an weiten, dünnwandigen Gefäßen reiches zelliges Mark, in das zuweilen sogar schon Fettzellen eingestreut sind. Das sie begrenzende Knochengewebe, die alte Corticalis mit inbegriffen, weist, wenn auch nicht an der ganzen Peripherie, lacunären Abbau auf, ein Zeichen, daß der große Markraum eine sekundäre Bildung ist, ein Effekt osteoklastischen Abbaues.

Durch diese schon übrigens bekannte Aushöhlung des Callus in seinen zentralen Teilen, gewinnen wir ein weiteres Beispiel dafür, daß diese statisch minder wichtig sind und, weil statisch entlastet, inaktiv atrophieren. Das Periost, welches ursprünglich den alten Schaft überzieht und den Callus hervorbringt, tut letzteres durch kontinuierliche Apposition. Wenn diese bis zu den statisch vollwertigen, peripheren Callusschichten gediehen ist, werden die unwichtigen, tiefen, wieder beseitigt. Das Gesagte kann natürlich nur für das in unserem Material vorliegende Heilungsstadium Gültigkeit haben. Bei einem 24 Tage alten Callus eines normalen Tieres wurde das gleiche Verhalten ebenfalls schon gesehen und abgebildet (Taf. 2, Fig. 4 im VII. Band der Frankfurter Zeitschrift für Pathologie).

Das Periost (Fig. 2*p*. 3 *l*) ist im Bereich des ganzen Callus, insbesondere da, wo es den Knorpelcallus überzieht, dicker und zellreicher als außerhalb des Callus. Es bedeckt den periostalen knöchernen Callus, mehr äquatorialwärts den enchondralen und schließlich den Knorpelcallus, soweit die beiden letzten nicht schon von einer dünnen Schicht des periostalen knöchernen Callus überzogen sind. Bei der operativen Anlegung der Fraktur wurde mit dem Schaft auch das Periost völlig durchtrennt. Weil aber aus dem Periost der Callus hervorgeht, so wird dieser an jedem der beiden Fragmente für sich separat gebildet und es bedarf komplizierter und langwieriger Vorgänge, von denen schon oben die Rede war, um sekundär eine knöcherne Vereinigung der Fragmente herbeizuführen. Bei den spontanen rachitischen Rippenfrakturen, die oft nur incomplett sind, bleibt, wie wir später hören werden, das Periost oft in seiner Kontinuität gewahrt, und das hat zur Folge, daß der sich bildende knöcherne Callus schon von Haus aus einheitlich ist und sich ohne Unterbrechung von einem Fragment zum anderen begibt.

* * *

Knochensplitter fanden sich in allen Fällen, aber in wechselnder Zahl, bald spärlich, bald mäßig viele, bald sehr viele (Fig. 1 *c, c, c, c*) und im Falle 7 gar lag eine ungewöhnlich hochgradige Zersplitterung vor. Die Splitter waren fast immer in toto nekrotisch (Fig. 2 *r*).

Im Falle 7 fand sich aber ein langes, weggesprengtes Corticalisstück, welches nur da nekrotisch war, wo es von der Schere gequetscht war, sonst aber waren seine Knochenzellen gut färbbar. Es ist dies für uns ein Fingerzeig dafür, daß die gleiche Nekrose, die wir am Bruchende des Schaftes fast konstant vorzufinden pflegen, nicht etwa eine Folge der durch Kontinuitätstrennung entstandenen Zirkulationsstörung ist, sondern eine Folge lokaler Quetschung durch das die Fraktur erzeugende Instrument. Außer an der Nekrose gibt sich die stattgehabte Gewalteinwirkung an den Splittern nur noch daran zu erkennen, daß sie in der Faserrichtung der Grundsubstanz aufgespalten sind.

Es wäre gewiß falsch sich vorzustellen, daß die Knochenzellen, weil in einem Gewebe liegend, das sozusagen berufsmäßig mechanischer Inanspruchnahme dient, gegen mechanische Insulte weniger empfindlich sein werden als andere Zellen. Es dürfte wohl schwer sein zu prüfen, inwiefern eine solche mindere Empfindlichkeit besteht oder nicht, aber eines ist sicher: Durch die Lage in einer allseits geschlossenen Knochenhöhle ist die Knochenzelle weit mehr in Gefahr, durch mechanische Läsionen zu leiden, als irgend eine andere Gewebszelle. Eine Bindegewebszelle z. B. hat bei einer auf sie einwirkenden Gewalt bis zu einem gewissen Grade die Möglichkeit, durch Ortsverschiebung der Gewalt auszuweichen, während die Knochenzelle bei jedem Trauma, das eine Verengerung der Knochenhöhle zur Folge hat, unausweichlich der Nekrose durch Quetschung verfallen muß. Roux geht aber so weit, die Knochenzellen als sehr empfindlich gegen Bewegungsinsulte zu bezeichnen, gegen welche sie sich durch Bildung der starren Knochengrundsubstanz schützen. Die Osteoblasten, die normaliter bloß durch molekulare Erschütterungen beim Gebrauch des Knochens getroffen werden, sind nach Roux gegen Bewegungsinsulte sogar höchst empfindlich, »da sie, fest an den Knochen geschmiegt, in fast absoluter Ruhe zu leben gewohnt sind«. Noch mehr scheint uns die Gewöhnung an Ruhe für die Knochenzelle zu gelten und damit auch ihre Empfindlichkeit gegen mechanische Insulte größer zu sein.

Es finden sich Splitter gelegentlich in allen Teilen des Callus, im enchondralen und Knorpelcallus, im periostalen knöchernen und fibrösen Markcallus und endlich im Periost selbst. Die im fibrösen Markcallus zeichnen sich dadurch aus, daß sie zuweilen sehr zahlreich, meist aber ganz klein sind und in der Regel reaktionslos im Bindegewebe eingeschlossen liegen. Nur ausnahmsweise ist ein Splitter an dieser Stelle größer (Fig. 2 *o*) und von Riesenzellen umgeben (Fig. 2 *r*). Die Hauptfundstätte für diese sind jene Splitter, welche im Periost liegen. An anderen Stellen sind sie selten. Diese Riesenzellen, welche auch Cornil und Coudray um die nekrotischen Splitter liegend sahen, unterscheiden sich durch ihre besondere Größe und den großen Kernreichtum von den sonst am Knochen anzutreffenden Osteoklasten.

Sie fehlen nur im Falle 8. Die Riesenzellen führen zur lacunären Annagung der Splitter, die in allen Fällen konstatiert wurde.

Vielfach wiesen jedoch die Splitter noch ihre ursprünglichen Bruchflächen auf. Letzteres war insbesondere an jenen Splittern zu konstatieren, welche im Knorpelgewebe eingeschlossen lagen. Dieses ist nämlich gefäßlos und darum zur Hervorbringung von Riesenzellen nicht befähigt. Ein im Knorpel eingeschlossener Splitter bleibt daher, vor jedem Abbau bewahrt, unversehrt liegen. Findet sich aber an einem im Knorpel liegenden Splitter doch eine lacunäre Grube, so rührt sie aus jener Zeit her, als der Splitter noch nicht im Knorpel, sondern im Bindegewebe lag, wo zum lacunären Abbau Gelegenheit gegeben war.

Wird dann der Knorpel gelegentlich der enchondralen Ossifikation abgebaut, so ist abermals kurze Zeit zum lacunären Abbau des aus seiner Umschließung befreiten Splitters gegeben, bis er dann wieder vom Knochengewebe umlagert wird und nun im Bereich des enchondralen Callus liegt, der den Splitter vom Knorpel mitübernommen hat. Hier dient er, wenn er groß genug ist, Knochenbälkchen zur Insertion, sonst ist er im Bälkchen eingeschlossen. Sein endgültiges Schicksal dürfte aber doch schließlich vollständige Resorption sein, der er bei Gelegenheit des Abbaues des enchondralen Callus zu einem späteren Zeitpunkt verfallen dürfte. In ähnlicher Weise wird ein im Periost liegender Splitter vom periostalen knöchernen Callus übernommen.

Im Gegensatz zu den geschilderten wechselvollen Schicksalen wird es auch solche Splitter geben, welche zufolge ihres ständigen Verbleibens im Bindegewebe ohne Unterbrechung kontinuierlich dem Abbau verfallen. Vor ihrem Schwunde jedoch bilden die Splitter mit einen Bestandteil des Callus, in welchem sie untereinander und mit dem alten Schaft durch das verschiedenste Material verbunden sind, so durch Bindegewebe, Knorpel, enchondralen und periostalen Knochen.

* * *

Das Osteoid ist im Callus nicht gerade sehr häufig anzutreffen. Es findet sich (Fig. 2 *l*, 3 *h*) fast nur im periostalen knöchernen Callus; aber selbst da tritt es an Menge gegenüber dem kalkhaltigen Anteil (Fig. 2 *k*, 3 *d*) sehr stark in den Hintergrund.

Vergleicht man den periostalen knöchernen Callus mit dem enchondralen (Fig. 2 *i*, 3 *f*), so findet man, daß das Osteoid in ersterem noch relativ sehr häufig, in letzterem jedoch selten anzutreffen ist, ja fast ganz fehlt. Es besteht in diesem Punkte eine auffallende Analogie zwischen dem enchondralen Callus und der primären Rippenspongiosa, die ja ebenfalls enchondraler Natur ist. Die Erklärung für dieses Verhalten ist die gleiche, wie sie gelegentlich der primären Spongiosa gegeben wurde.

Die im Diagramm XXIV (Tafel X) zusammengestellten Maße sind fast ausschließlich am periostalen knöchernen Callus gewonnen. Wir sehen, daß unter normalen Umständen die Dicke des Osteoids zwischen 3·6 und 6·9 μ schwankt; die größte Zahl ist hier nicht ganz zweimal so groß als die kleinste. Im Einzelfall ist aber der Unterschied zwischen Durchschnitt, Maximum und Minimum ganz ansehnlich.

Ein Vergleich zwischen der durchschnittlichen Osteoiddicke im Callus (Diagramm XXIV) und der Rippe (Diagramm X, Tafel IX) der gleichen, normalen Tiere ergibt, daß beide Diagramme einander sehr ähnlich sehen, wenn auch die Werte im Callusim allgemeinen etwas größer sind als in der Rippe. Vergleichen wir in jedem einzelnen Falle den durchschnittlichen Rippen- und Calluswert des Osteoids, so sehen wir, daß unter den acht Fällen sechsmal der letztere größer war als der erstere, und zwar um 0·4 bis 1·6 μ, zweimal war der letztere kleiner als der erstere, und zwar um 0·3 bis 0·4 μ. Wenn also in diesem Verhalten sich eine deutliche Neigung zu etwas größeren Werten im Callus bemerkbar macht, so sind doch beide Diagramme, selbst in Einzelheiten, einander sehr ähnlich. So steht z. B. in beiden der Fall 1 an erster Stelle mit einer Zahl, die durch ihre Kleinheit aus der Reihe der übrigen fällt.

Zwei einander entgegenstehende Momente sind für die Osteoiddicke im Callus bestimmend. Das gesteigerte Tempo der Knochenapposition, welches zur Vergrößerung der Osteoidbreite führen

könnte; ferner das im Vergleich mit dem übrigen Skelett gesteigerte Bedürfnis nach möglichst rascher und vollständiger Verkalkung, welches eine Verringerung der Osteoidbreite nach sich führen müßte. Es ist bei den keineswegs groben Differenzen zwischen dem Verhalten des Osteoids in der Rippe und dem Callus nicht leicht, die Valenz beider Faktoren gegeneinander abzuwägen; doch scheinen sich beide ungefähr die Wage zu halten.

2. Frakturheilung bei rachitischen Tieren.

A. Kasuistik.

Fall 9. Die 15 Tage vor der Tötung angelegte Fraktur der rechten Fibula heilte per primam, aber die Bruchstelle war bei der Sektion noch ganz deutlich beweglich.

Histologischer Befund. Der Knochen wurde 4 Tage in Müller entkalkt.

a) Der alte Fibulaschaft hat in beiden Fragmenten eine offene Markhöhle. Die Fragmente sind seitlich verschoben und auch winkelig gestellt, die Fragmentenden nekrotisch, die Corticalis kompakt, gut verkalkt und sowohl von der Bruchfläche als auch im Frakturbereich von der Endost- und Periostfläche aus nur mäßig lacunär angenagt.

b) Das Mark im Fibulaschaft ist rein zellig, darin die groß- und hellkernigen Zellen über die klein- und dunkelkernigen überwiegend; die gut entwickelten Riesenzellen mäßig zahlreich.

c) Die Markhöhle im Frakturbereiche enthält nur am äußersten Fragmentende Bindegewebe und in diesem liegt der ganz kümmerlich entwickelte

d) endostale Callus.

e) Der periostale Knorpelcallus ist ungemein stark entwickelt, bildet einen zwischen die Frakturenden eingeschobenen Polster, der sich über die alte Periostfläche derselben legt, stellenweise bis zum Periostüberzug des dicken, spindeligen Callus reicht und zum größten Teil vom periostalen, knöchernen Callus eingeschlossen wird.

Das Knorpelgewebe hat bei schwacher Vergrößerung einen gut blauen Farbenton, die Zellen groß, blau, mit meist zackigem, kleinem, seltener großem, rundem, hellem Kern und die Grundsubstanz rotviolett und ganz gefäßlos.

Fast die ganze Peripherie des Knorpels, aber doch in sehr verschiedener Breite, ist in folgender Weise verändert. Bei schwacher Vergrößerung erscheint der Knorpel rot und ist von einem schwarzblauen Netz durchzogen. Die Zellen haben ein hellblaues, locker wabiges Protoplasma, eine sehr gut ausgebildete rein rote, manchmal recht dicke Knorpelkapsel, während die schmalen Räume zwischen den Kapseln aus der schwarzblau verkalkten Grundsubstanz bestehen: Das oben erwähnte schwarzblaue Netz. Die zackige Begrenzung des Verkalkungsgebietes zeigt, daß die Verkalkung in Form von Krümeln erfolgte. Es handelt sich nach alledem um eine breite präparatorische Verkalkungszone mit vergrößerten, aber nicht in Säulen stehenden Zellen in einer Entwicklung und Deutlichkeit der Verkalkung, wie sie in keinem der normalen Fälle zu sehen war. Aber auch allmählicher Übergang von verkalkendem Knorpel in verkalkten Knochen ist sehr oft zu sehen und dabei kommen wie gewöhnlich die Knorpelzellen in die Knochengrundsubstanz zu liegen und die Kalkkörner ändern in dem Maße, als wir vom Knorpel- ins Knochengewebe übergehen, ihre schwarzblaue Farbe in eine violette um.

f) Enchondrale Ossifikation und enchondraler Callus. In der Zone der präparatorischen Knorpelverkalkung findet man recht oft, aber in weiten Abständen vasculär ausgehöhlte Räume, die nur ein Blutgefäß enthalten oder ein gefäßführendes Bindegewebe und nicht selten mit Osteoblasten ausgekleidet sind. Hier und da sieht man auch schon, wie die Osteoblasten den ersten Knochenanwurf erzeugen oder man findet gar schon vereinzelt an der Knorpelperipherie ein kurzes Bälkchen von enchondralem Callus mit zentralem Knorpeleinschluß, der sogar unverbrauchte Knorpelzellen einschließen kann.

g) Der periostale knöcherne Callus ist gut ausgebildet und bedingt die Spindelform des ganzen Callus. Die Spongiosa ist dicht, mit wenigen Ausnahmen die Markräume schmäler als die Bälkchen und außer Gefäßen und Bindegewebe nur mäßig entwickelte Osteoblasten enthaltend, seltener zelliges Mark. Die Knochenbälkchen haben stets ein ansehnliches, verkalktes Zentrum aus fast reifem Knochengewebe, einen nie fehlenden, pathologisch breiten Osteoidsaum

mit weniger Zellen und die Kalkgrenze ist feinkörnig, wenn auch oft pathologisch breit. Auf der Außenfläche der Fragmentenden findet sich etwas vom primitiven Callus mit großen, dicht stehenden, plumpen, oft breit verbundenen Knochenkörperchen in kalkhaltiger Grundsubstanz.

h) Das Osteoid ist nach 38 Messungen im Durchschnitt 18·4 μ dick, 50 μ maximal, 5 μ minimal.

i) Das Periost bietet keine Besonderheiten.

k) Splitter sind in spärlichen Exemplaren im Periost nachweisbar und nur selten von mittelmäßigen Riesenzellen umgeben.

* * *

Fall 10. Es wurden dem Tier 15 Tage vor der Tötung beide Fibulae frakturiert, wobei rechterseits die Fragmente gut, linkerseits absichtlich schlecht adaptiert wurden. Der Wundverlauf war ungestört. Bei der Obduktion war die Frakturstelle beiderseits noch ganz beweglich, links mehr als rechts.

Histologischer Befund. Das Material wurde 3 Tage in Müller entkalkt.

I. Linke Fibula.

a) Der alte Fibulaschaft. Die Fragmente sind seitlich gegeneinander verschoben, haben beide eine durchgängige Markhöhle, die nekrotischen Fragmentenden stellenweise fast schon ganz lacunär abgetragen. Die Corticalis ist insbesondere im oberen Fragment in sehr hohem Grade porotisch und die sehr großen und zahlreichen, mit jungem, zellreichem Bindegewebe erfüllten Resorptionslücken sind im Frakturbereich zum Teil in regstem osteoklastischem Abbau begriffen, also mit sehr zahlreichen Osteoklasten versehen, meist aber schon wieder mit einer zum Teil osteoiden Knochenschicht ausgekleidet oder gar schon mit einer osteoiden Spongiosa erfüllt.

b) Das Mark im Fibulaschaft ist zellig, mit mäßig vielen Fettzellen untermischt, die Riesenzellen sind gut erhalten und mäßig an Zahl, unter den Markzellen überwiegen wie gewöhnlich die hellkernigen über die dunkelkernigen.

c) Die Markhöhle im Frakturbereiche ist im oberen Fragment auf eine kurze, im unteren auf eine lange Strecke mit Bindegewebe ausgefüllt.

d) Ein endostaler Callus fehlt vollständig.

e) Der periostale Knorpelcallus ist gering entwickelt und liegt eigentlich in Form zweier Stücke vor, die in für die seitliche Verschiebung der Fragmente sehr charakteristischer Weise situiert sind. Ein jeder von ihnen liegt in der Äquatorialebene der Außenfläche seines Fragmentendes, aber auf verschiedenen Seiten an, so zwar, daß es wie ein elastischer Polster zwischen dem periostalen Callus des unteren und die Bruchfläche des oberen Fragmentes, beziehungsweise zwischen dem periostalen Callus des oberen und die Bruchfläche des unteren Fragmentes eingeschoben ist, etwa in der Art, wie das die Fig. 8 zeigt. Die Knorpelzellen sind groß, rund, blau, in einer eine Mitose, die Knorpelkapseln schmal, aber zum Teil schwarzblau verkalkt. Am Knorpelrand besteht oft ein allmählicher Übergang zu Bindegewebe und Knochen.

f) Enchondrale Ossifikation und enchondraler Callus fehlen ganz.

g) Der periostale knöcherne Callus ist im ganzen gering an Menge, aber doch ungleichmäßig verteilt, und zwar in der Art, wie das für die seitliche Verschiebung der Fragmente typisch ist. Auf der Seite, auf welcher das obere, beziehungsweise untere Fragment den Knorpelcallus liegen hat, ist auch der periostale knöcherne Callus stärker, auf der anderen aber sehr gering. So stützt sich, ähnlich wie in Fig. 6, das untere Fragment auf den stärker entwickelten periostalen Callus des oberen und umgekehrt, nur daß noch zwischen den Schaft und den Callus ein knorpeliger Polster eingeschoben ist. Im übrigen ist die Spongiosa dicht gebaut, ganz ungegliedert, die Markräume stets viel schmäler als die Balken und mit Bindegewebe und gut ausgebildeten Osteoblasten erfüllt. Die Knochenbälkchen mit wenigen Ausnahmen im Zentrum, wenn auch qualitativ schlecht, verkalkt, blaßblau, mit großen, zahlreichen, dichtstehenden, kommunizierenden Knochenkörperchen, am Rande stets mit pathologisch breitem Osteoidsaum versehen, der weniger Zellen enthält und stets von reifem Bau ist. Die Kalkgrenze, meist breit, mit mittelgroßen Kalkkörnern. Eine knöcherne Vereinigung der Fragmente ist nur selten zu sehen, meist wird die Verbindung durch den Knorpelcallus vermittelt oder einen zwischen die Fragmente interponierten, vom Periost stammenden fibrösen Callus.

h) Osteoid: 35 Messungen, 24·8 μ Durchschnitt, 48 μ Maximum, 8 μ Minimum.

i) Das Periost zeigt außer der Entwicklung des erwähnten fibrösen Callus keinerlei Besonderheiten.

k) Splitter. Im Periost lagen einige größere, in junges, zellreiches Bindegewebe eingeschlossene und von mittelgroßen Riesenzellen umlagerte Splitter; selten war ein kleiner in ein periostales Knochenbälkchen eingeschlossen.

II. Rechte Fibula. Es sollen hier nur jene Punkte erwähnt werden, in denen sich dieser Callus vom linksseitigen unterscheidet. Die Fragmente stehen in korrekter Stellung. Dem unteren fehlt nahe der Frakturstelle die Markhöhle. Die Porose der Corticalis ist in beiden Fragmenten gleich hochgradig. Die nekrotischen Frakturenden sind durch lacunären Abbau zum Teil vom übrigen Schaft abgetrennt und liegen in verschobener Stellung. Die Markhöhle im Frakturbereich ist beiderseits zu einem großen Resorptionsraum erweitert, der mit einem jungen, zellreichen Bindegewebe erfüllt ist. Darin viele Mitosen. In diesem Bindegewebe einige osteoide, enostale Callusbälkchen, die sich aus verdichteten Bindegewebsherden herausdifferenzieren. Der Knorpelcallus ist sehr gering entwickelt, in Form je eines kleinen, im periostalen knöchernen Callus eingeschlossenen Gewebsstückchen. Der periostale knöcherne Callus ist reichlich entwickelt und gleichmäßig verteilt. Die Verbindung der Fragmente ist fast ausschließlich fibrös, selten durch einige Callusbälkchen gegeben. Die Knochensplitter sind von massenhaften Riesenzellen umgeben. Das Osteoid beträgt nach 45 Messungen 23 μ im Durchschnitt, 32 μ maximal, 8 μ minimal.

* * *

Fall 11. Dem Tier wurde 15 Tage vor der Tötung die rechte Fibula gebrochen. Der Wundverlauf blieb ungestört. Bei der Sektion war die Bruchstelle noch ganz beweglich und kaum durch einen schwachen, weichen Callus zusammengehalten.

Histologischer Befund. Der Knochen wurde 5 Tage in Müller entkalkt.

a) Der alte Fibulaschaft hat in beiden Fragmenten eine Markhöhle. Die nekrotischen Fragmentenden sind schon so stark lacunär abgenagt, daß sie auf 1200 μ Entfernung voneinander stehen. Außer an der Frakturfläche finden sich auch an der Periostfläche im Frakturbereiche lacunäre Resorptionshöhlen, zum Teil noch mit Osteoklasten, zum Teil schon mit schönem Osteoblastensaum oder sogar schon neuem Knochenbelag. Das Knochengewebe des alten Schaftes ist von reifer Struktur, der Hauptsache nach verkalkt, aber auf der Endostfläche ist oft ein dicker Osteoidbelag zu sehen.

b) Die Markhöhle des Fibulaschaftes enthält ausschließlich zelliges Mark, worin Zellen mit großen, hellen, gelappten, gelochten oder einfachen Kernen überwiegen, solche mit kleinem, dunklem Kern auch nicht fehlen, während die Riesenzellen ungleichmäßig verteilt, normal ausgebildet und mäßig zahlreich sind.

c) Die Markhöhle im Frakturbereich enthält junges Bindegewebe.

d) Ein endostaler knöcherner Callus ist vorhanden, aber geringfügig, seine spärlichen Bälkchen im Zentrum recht gut verkalkt und an der Peripherie von voll entwickelten Osteoblasten umlagert.

e) Der periostale Knorpelcallus ist äußerst dürftig entwickelt, bildet überhaupt keinen kontinuierlichen Komplex, sondern liegt bloß in einzelnen, ganz kleinen Inseln vor, die die ausgesprochene Neigung haben, an der Peripherie der Äquatorialebene und enge der Außenfläche der Fragmentenden anzuliegen. Die allermeisten Schnitte der Serie enthalten überhaupt gar keinen Knorpel. Die Knorpelzellen sind groß, rund, blau, nicht viele in einer Insel. Verkalkung der Grundsubstanz ist an vereinzelten Stellen zu sehen, und zwar in Form eines interzellulären, dunkelvioletten Netzes, das aus Kalkkrümeln aufgebaut ist und darum zackige Konturen besitzt. Kontinuierlicher Übergang von Knorpel zu kalkhaltigem Knochen oder Bindegewebe findet sich am Knorpelrande oft. Vasculären Abbau sah man nur an einer Stelle, wo nur 3 bis 4 Zellkapseln aufgebrochen waren. Da also die

f) enchondrale Ossifikation nur in den ersten Anfängen vorliegt, gibt es einen enchondralen Callus überhaupt noch nicht.

g) Der periostale knöcherne Callus bildet um jedes der beiden Fragmentenden eine schmale, gegen die Äquatorialebene der Fraktur an Dicke zunehmende Umhüllung, die mit der der anderen Seite weder direkt knöchern, noch indirekt vermittels des Knorpelcallus vereinigt ist. Das einzige verbindende Gewebe ist eine mächtige fibröse Masse, ein fibröser Callus, der also die vollständige Beweglichkeit der Bruchstelle erklärt.

Der fibröse Callus, vom Periost gebildet, enthält einige nekrotische Knochensplitter und ist sehr reich an großen, spindeligen, hellen, oft in Mitose befindlichen Bindegewebszellen, aber arm an Gefäßen. Nach der Faserrichtung zu urteilen, ist jedes Fragmentende für sich in Bindegewebe eingehüllt, aber Fasern ziehen auch von einem Fragment zum anderen hinüber.

Der knöcherne Callus besteht aus einer dichten Spongiosa, deren Bälkchen immer, oft bedeutend dicker sind als die Markräume. Diese enthalten Bindegewebe, nicht weite Gefäße und den Bälkchen anliegende, gut entwickelte Osteoblasten. Das Knochengewebe ist im Zentrum der Bälkchen reich an dichtstehenden, großen, plumpen Zellen, stets verkalkt, aber diese Verkalkung ist gering, darum das Blau stets lichter als im alten Fibulaschaft, oft sogar ganz licht. In der Peripherie der Bälkchen sind die Zellen spärlicher und schlanker, aber das Gewebe doch noch nicht ganz reif, ganz kalklos, mit sehr breiter aber feinkrümeliger Übergangszone. Der Kalkgehalt des periostalen Callus ist überall gleich. Nur direkt an der schon stark abgetragenen unteren Bruchfläche des alten Schaftes sieht man eine Gruppe ganz schmaler, aus reifem Knochengewebe bestehender, ganz kalkloser Bälkchen, die als viel jünger aufzufassen sind als der ganze übrige Callus, denn sie sind erst dann entstanden, als das Fragmentende, das früher an derselben Stelle lag, abgebaut worden war.

Bemerkenswert war noch folgendes Bild. An einer einzigen Stelle hat der alte Fibulaschaft eine alte, schon vor der Fraktur dagewesene dicke, periostale osteoide Auflagerung und das eben aufgeschossene Balkenwerk des periostalen Callus ist darum jener direkt aufgelagert. Während aber diese präexistente, dicke Osteoidmasse noch immer ganz kalklos ist, ist das Zentrum der jungen Callusbälkchen bis an diese alte Osteoidmasse heran verkalkt, diese selbst aber nicht, wiewohl sie dicker und älter ist. Ein solches Verhalten läßt sich einfach aus der bestehenden Kalkstoffwechsel-Anomalie allein nicht erklären. Es müssen außer dieser auch noch rein lokale, unserem Verständnis unzugängliche Bedingungen für die Kalkablagerung maßgebend sein.

h) Das Osteoid wurde nur am periostalen Callus gemessen, wo es an keinem Bälkchen fehlt und so häufig ist, daß alle 27 Messungen an einem Teil eines halben Callus ausgeführt werden konnten. 27 Messungen, 16·3 μ Durchschnitt, 45 μ Maximum, 5 μ Minimum.

i) Das Periost ist in der Äquatorialebene des Bruches zu jener oben beschriebenen, mächtigen, fibrösen Callusmasse gewuchert; im übrigen ohne besonderen Befund.

k) Splitter gibt es nur im fibrösen Callus. Sie sind meist staubförmig klein. Ein größerer hat folgende Entstehungsart. Er stellt eines der beiden Bruchenden dar, welches durch weitgehende lacunäre Resorption vom übrigen Fibulaschaft fast ganz abgetrennt wurde, während die noch stehengebliebene schmale Knochenbrücke im Verlauf der Frakturheilung spontan abgebrochen ist. So kippte das Stück erst um und wurde etwas disloziert.

* * *

Fall 12. Die Fibulafraktur wurde 15 Tage vor der Tötung des Tieres angelegt und die Operationswunde ist per primam geheilt. Bei der Obduktion war der Callus elastisch und nicht mehr viel beweglich.

Histologischer Befund (Fig. 4 und 5). Der Knochen wurde 8 Tage in Müller entkalkt.

a) Der alte Fibulaschaft besitzt in beiden Fragmenten eine offene Markhöhle (Fig. 5 *z M*). Nur das obere Fragmentende ist nekrotisch, das untere nicht. Letzteres kann nur darin seinen Grund haben, daß das nekrotisch gewesene Fragmentende inzwischen abgebaut worden ist. Für diese Anschauung spricht erstens der Umstand, daß, wie wir sofort hören werden, die Fibulacorticalis dieses Falles porotisch war und daher rasch abgebaut werden konnte, zweitens der Umstand, daß beide Fragmentenden, die nach der Frakturierung in Kontakt standen, jetzt in einem ungewöhnlich großen, in manchen Schnitten 1 *mm* betragenden Abstand voneinander entfernt sind (siehe Fig. 5). Die Fibulacorticalis ist nicht nur von der Bruchfläche her (Fig. 5 *a*), sondern auch im (*b*, *d*) und außerhalb des Callusbereiches (*c*) in so ausgiebiger Weise lacunär zernagt, daß sie auf lange Strecken wie ausgehöhlt aussieht (*b*). Diese lacunären Resorptionsräume dringen von der peri- (*c*) und endostalen (*d*) Fläche vor, sind mit jungem Bindegewebe erfüllt und weisen namentlich im Frakturbereich Osteoklasten, aber auch schon wieder Osteoblasten auf, die sogar einen neuen Osteoidsaum angebaut haben. Von diesem abgesehen, ist die Fibulacorticalis durchwegs gut verkalkt und sogar an der Periostfläche frei von Osteoid. Die geschilderte Porose ist zweifellos nicht Effekt der Fraktur, sondern ein schon vor der Fraktur präexistenter Zustand, als Folge langdauernder Rachitis.

b) Das Mark im Fibulaschaft (Fig. 5 *z M*) ist ausschließlich zellig; es überwiegen die Zellen mit den großen hellen Kernen, kleine dunkle Kerne sind auch vorhanden, die Riesenzellen mäßig zahlreich, gut erhalten.

c) Die Markhöhle im Frakturbereich enthält auf eine kurze Strecke fibröses Mark (Fig. 5 *e*).

d) Der enostale knöcherne Callus liegt nur in mäßiger Entwicklung vor (Fig. 5 *f*), ist mäßig gut verkalkt und steht mit dem periostalen Callus in Verbindung.

e) Der periostale Knorpelcallus findet sich auf medianen Längsschnitten durch die Frakturstelle nur an der Callusperipherie, beiderseits in ganz bescheidenem Umfange (Fig. 5 *K C*) und als Bindeglied zwischen dem dies- und jenseitigen periostalen knöchernen Callus. An tangentialen Schnitten durch den Callus, zu Anfang und Ende der Schnittserie, sieht man aber, daß der Knorpel nicht ein feiner, um den Callus geschlungener Ring ist, sondern daß er als Bindeglied zwischen dem dies- und jenseitigen spongiösen Knochencallus (Fig. 4 *p k C*) eingeschaltet, selbst eine balkige Struktur angenommen hat (Fig. 4 *k—K*, *k + K*). Das Knorpelgewebe (Fig. 4) ist voll ausgebildet, die Zellen rund, blau und die Zwischensubstanz bald kalklos (Fig. 4 *k — K*) bald in klarster Weise verkalkt (Fig. 4 *k + K*) und zwar in Form schmaler, dunkel blauvioletter Streifchen, die, weil aus Kalkkrümeln aufgebaut, oft zackig konturiert sind und bald vollständige Netze zwischen den Zellen (Fig. 4 *k + K*) bilden, bald bruchstückweise um die Knorpelzellen gelegt sind (Fig. 4 *a*).

In klarster Weise sieht man den allmählichen Übergang des Knorpelgewebes zu Bindegewebe einerseits, zu kalkhaltigem Knochengewebe und Osteoid anderseits, aber von vasculärem Knorpelabbau oder gar enchondraler Ossifikation sieht man nichts, darum ist von

f) enchondralem Callus auch nichts zu sehen.

g) Der periostale knöcherne Callus (Fig. 5 *k C*) ist gut entwickelt, besteht aus zarten Spongiosabälkchen, die durchschnittlich so breit sind wie die Markräume. Der Bau des Knochengewebes ist nicht ganz reif, die Zellen sind etwas zahlreicher, groß und plump. Wo der Callus dem alten Schaft aufliegt (Fig. 5 *k C*) und wo er sich subperiostal von der einen zur anderen Seite hinüberschwingt (Fig. 5 *g*) ist er im Zentrum der Bälkchen recht gut verkalkt, aber die Bälkchen doch ausnahmslos auch mit deutlich, aber nicht sehr erheblich verbreiterten Osteoidsäumen bedeckt (Fig. 5 *O*, Fig. 4 *O*). Ein das verkalkte Bälkchenzentrum bloßlegender Osteoklast ist nur selten zu finden. Die Markräume sind ausnahmslos mit jungem, an großen hellen ovalen Zellen reichem Bindegewebe erfüllt (Fig. 4, 5 *h*), das nicht besonders vascularisiert ist.

Auffallend anders in bezug auf den Kalkgehalt verhält sich die den Raum zwischen beiden Fragmenten ausfüllende Callusmasse. Hier sind die Bälkchen (Fig. 5 *i*) so gut wie kalklos, nur ausnahmsweise mit beginnender, ganz lockerer Verkalkung in Form von Kalkkrümeln, die in der Faserrichtung der Grundsubstanz angeordnet sind. Dabei sind hier die Bälkchen durchschnittlich schmäler und mit zahlreichen schönen Osteoblasten besetzt. Diese Partie dürfte so aufzufassen sein, daß hier der Callus viel jünger ist als der dem alten Schaft aufgelagerte, denn erst mußten die nekrotischen Fragmentenden abgebaut werden und dann erst konnte hier die Callusbildung Platz greifen, während sie über dem alten Schaft vom ersten Tage der Fraktur andauert. Auch dürften rein mechanische Gründe dafür maßgebend gewesen sein, daß die wie eine Schale die Fragmente einhüllende und hauptsächlich tragende subperiostale Calluspartie schneller und besser verkalkt.

Partien vom primitiven Callus mit zahlreichen großen plumpen Zellen und mehr blauer Grundsubstanz findet man an typischer Stelle hart am Periost der Fragmentenden, aber nur in geringer Menge.

h) Osteoid. Die auffallendste Eigenschaft des Osteoids ist hier, daß es an der Oberfläche aller Bälkchen vorkommt, also ungemein häufig ist. So konnten alle 32 Maße (siehe unten) in einem Schnitt bloß an einem Viertel des Callus gewonnen werden und die Zahl hätte noch viel größer sein können. Die Breite der Osteoidsäume ist aber doch nur mäßig, nämlich etwa ums doppelte vermehrt. 32 Messungen, 14·7 μ Durchschnitt, 30 μ Maximum, 5 μ Minimum.

i) Das Periost ohne Besonderheiten.

k) Splitter. Es fand sich nur ein nekrotischer Knochensplitter, und zwar im Periost, von massenhaften jungen Bindegewebszellen, aber keinen Fremdkörperriesenzellen umgeben.

* * *

Fall 13. Dem Tier wurde 15 Tage vor der Tötung die rechte Fibula gebrochen; der Wundverlauf blieb ungestört; bei der Sektion war die Bruchstelle nur noch wenig beweglich.

Histologischer Befund. Der Knochen wurde 7 Tage in Müller entkalkt.

a) Der alte Fibulaschaft hat in beiden Fragmenten, die ganz leicht winkelig zueinander stehen, eine offene Markhöhle.

Sein Kalkgehalt ist recht gut, Osteoidsäume finden sich nur auf der Endostfläche und in den vielen engen Gefäßkanälen. Resorptionslücken sind nur in geringer Anzahl vorhanden. Die Bruchenden sind nekrotisch, oft tief lacunär angenagt und stehen auf 800 μ auseinander.

b) Das Mark im Fibulaschaft ist rein zellig. Es überwiegen die Zellen mit den großen hellen Kernen und oft eosinophil granuliertem Protoplasma; solche mit kleinem, dunklem Kern sind auch nicht selten; die Riesenzellen mäßig zahlreich, von guter Entwicklung.

c) Die Markhöhle im Frakturbereiche ist mit einem jungen, an großen, hellen, ovalen Zellen reichen, mäßig vascularisierten Bindegewebe erfüllt.

d) Der enostale knöcherne Callus ist im unteren Fragmente reichlich entwickelt. Er reicht in den unten zu erwähnenden fibrösen Callus hinein, der aus zum Teil ganz kalklosen, zum Teil im Zentrum verkalkten, zuweilen mit schönen Osteoblasten umsäumten Bälkchen besteht.

e) Der periostale Knorpelcallus ist hier gut entwickelt, fehlt in keinem Schnitt und erinnert einigermaßen an die normalen Fälle. Er liegt in der Peripherie der Äquatorialebene, spannt sich vielfach vom periostalen knöchernen Callus der einen Seite zu dem der anderen hinüber und wird von ihm überlagert, so daß er nirgends am Periost frei zutage liegt. Am Rande geht das Knorpelgewebe stellenweise langsam in Knochen- oder Bindegewebe über und besteht aus großen, runden, dunkelblauen Zellen, während die Grundsubstanz, zum Teil wenigstens, verkalkt ist, und zwar in der für Rachitis typischen Art in Form dunkel schmutzig violetter, zwischen den Zellen liegender Kalkkörner, die zu einem interzellulären, feinen Netz von krümeliger Randbegrenzung konfluieren.

f) Enchondrale Ossifikation und enchondraler Callus. Am Knorpelcallus spielt sich eine rege enchondrale Ossifikation ab, und zwar mit Ausnahme der zur Knochenaxe zugekehrten Seite an seiner ganzen Oberfläche. Diese ist darum globulär ausgefressen und in den aufgebrochenen Buchten liegt Bindegewebe mit Gefäßen, die zum Teil keine Endothelwand besitzen und in neue Kapseln einbrechen. Diesem vasculären Knorpelabbau folgt ein osteoblastischer Anbau von meist kalklosem Knochen, der die Kapselhöhlen erfüllt und sich so globulär gegen den Knorpel abgrenzt. Es resultiert daraus ein enchondraler Callus, der dem Knorpel anliegt, ihn umgibt, stellenweise bis ans Periost selbst heranreicht und sich sogar über die Fragmentenden stülpt. Da aber der enchondrale Callus nur da vorkommen kann, wo früher Knorpel lag, so kann man erst aus der Verbreitung des enchondralen Callus ersehen, wie groß die Ausdehnung des Knorpelcallus ehedem gewesen sein muß. Der enchondrale Callus ist spongiös gebaut, die Markräume enthalten junges Bindegewebe und die Bälkchen bestehen im Zentrum aus dem Knorpeleinschluß mit groben, konfluierenden Kalkkrümeln, am Rand aus einer dünnen Lage Osteoid.

Außer der auf enchondralem Wege erfolgten Überführung von Knorpel in Knochen gibt es, wie schon erwähnt, auch einen kontinuierlichen Übergang von Knorpel in meist kalkhaltigen Knochen. Hiebei geschieht es, wie immer daß Knorpelzellen in Knochengrundsubstanz zu liegen kommen, und bei diesem Wechsel der Grundsubstanz ändert sich auch die Farbe der Kalkkrümel, die in der Knorpelgrundsubstanz schwarzblau, in der Knochengrundsubstanz rotviolett sind.

g) Der periostale knöcherne Callus macht die Hauptmasse des ganzen Callus aus und bildet wie gewöhnlich eine spindelige, nach beiden Seiten abklingende Einhüllung der Fragmentenden. Die Vereinigung der beiderseitigen Callusteile geschieht durch Vermittlung des enchondralen und Knorpelcallus, manchmal aber über die letzteren hinweg vermittels einer Brücke aus periostalem knöchernen Callus, während im axialen Teil des Callus, zwischen den Frakturenden des alten Schaftes, eine erhebliche Masse jungen, fibrösen Callus die Verbindung herstellt. Der knöcherne Callus ist eine Spongiosa von bald mittlerer Dichtigkeit, bald dichter, bald lockerer, das heißt die Markräume, welche fibröses, selten zelliges Mark führen, sind bald ebenso breit als die Bälkchen, bald schmäler, bald breiter. Im Zentrum ist das Bälkchen zumeist verkalkt und das Knochengewebe von unreifer Struktur, das heißt die Zellen groß, plump, zahlreich und so dicht liegend, daß die Zellhöhlen in weiter Kommunikation miteinander stehen und die Grundsubstanz recht lückenreich aussehen kann. In der Peripherie ist das Bälkchen stets kalklos, das Osteoid beträgt $^1/_4$ bis $^1/_2$ der ganzen Bälkchendicke, ist von reifer Struktur, seine Zellen spärlich, klein, spindelig, parallel orientiert. Die Kalkgrenze ist bald eine breite, aber feinkörnige Übergangszone, bald eine scharfe Kittlinie. Osteoblastensäume sind nicht überall vorhanden. Osteoklasten sind selten und ebenso lacunäre Bloßlegung des kalkhaltigen Bälkchenzentrums.

h) Das Osteoid ist nach 36 Messungen 21 μ im Durchschnitt dick, 40 μ maximal, 7·5 μ minimal.

i) Das Periost, in der Äquatorialebene dicker, sonst frei von Veränderungen.

k) Splitter waren nur in kleinen Exemplaren im fibrösen Callus zu finden und waren nicht von Riesenzellen umlagert.

* * *

Fall 14. 15 Tage vor der Tötung wurden dem Tiere beide Fibulae frakturiert, dabei die Fragmente rechterseits gut und linkerseits absichtlich schlecht adaptiert. Bei der Obduktion waren beide Fibulae an der Frakturstelle noch ganz beweglich.

Histologischer Befund. Das Material wurde 3 Tage in Müller entkalkt.

I. Rechte Fibula.

a) Der alte Fibulaschaft hat nur im oberen Fragment eine offene, aber schmale Markhöhle, im unteren nicht. Die Fragmente sind stark auf die Seite verschoben und stehen winkelig, ihre Corticalis enthält sehr zahlreiche und sehr große Resorptionsräume und ist also hochgradig porotisch. Die Wände der Resorptionsräume sind meist in fortschreitendem Abbau begriffen und mit Osteoklasten belegt, selten mit Osteoblasten und einem Osteoidsaum ausgekleidet, stets mit Bindegewebe erfüllt. An den nekrotischen Fragmentenden ist der osteoklastische Abbau so weit gediehen, daß die Corticalis nadelspitz zuläuft und die Enden schon weit auseinanderstehen.

b) Das Mark im oberen Fibulaschaft ist rein zellig, mit Überwiegen der großen hellen über die kleinen dunklen Kerne und sehr spärlichen Riesenzellen.

c) Von einem Mark im Frakturbereiche kann man nicht reden, denn mit der Resorption des Frakturendes hat auch die Markhöhle daselbst zu existieren aufgehört.

d) Ein enostaler Callus fehlt aus dem gleichen Grunde.

e) Der periostale Knorpelcallus liegt in vereinzelten kleinen Inseln vor, die die Außenfläche der Fragmentenden und die Äquatorialebene bevorzugen, in den knöchernen Callus eingebettet liegen und große runde blaue Zellen mit hellem, rundem Kern, dunkelblauer Kapsel und roter Grundsubstanz besitzen, in der selten scharf begrenzte Kalkkrümmel zwischen den Zellen vorkommen.

f) Enchondrale Ossifikation und damit auch der enchondrale Callus fehlen vollständig.

g) Der periostale knöcherne Callus muß als ungewöhnlich reichlich bezeichnet werden, denn er bildet nicht nur eine ganz ansehnliche Hülle um die Fragmentenden, sondern füllt auch den durch die weitgehende Resorption der letzteren entstehenden Zwischenraum zwischen beiden Fragmenten lückenlos aus und überdies beiderseits einen großen Raum, der von der Bruchfläche aus tief ins Innere des Schaftes eingefressen wurde und sozusagen eine stark erweiterte Markhöhle ist. Es ist also die Verbindung beider Fragmente durchaus und rein knöchern, da aber dieses Knochengewebe der Hauptsache nach kalklos ist, so ist es leicht zu verstehen, warum die Bruchstelle bei der Obduktion noch ganz beweglich war. Die Beschaffenheit des Callus ist da, wo er die Fragmentenden einhüllt, anders als da, wo er den Raum zwischen ihnen ausfüllt. An ersterer Stelle ist der Callus ungemein dicht gebaut, die Markräume auf enge Gefäßkanäle reduziert, in denen außer dem Gefäß nur noch etwas Bindegewebe und niedere Osteoblasten Platz haben; die Balken sind sehr breit und bestehen im allgemeinen aus reifem, nur im Zentrum der dickeren Balken aus kernreichem, unreifem Knochengewebe. An letzterer Stelle sind die Balken schmal und von prächtigen Osteoblasten umlagert, die Markräume viel breiter als die Balken und mit Bindegewebe erfüllt. Dieses Callusgewebe ist augenscheinlich viel jünger als das erstere und zwar deshalb, weil es erst zur Bildung gelangen konnte, als die Fragmentenden, die früher da lagen, abgetragen worden waren, worüber natürlich einige Zeit vergeht. Im Knochengewebe dieser Bälkchen findet man viele geschrumpfte rote Blutkörperchen eingeschlossen, die noch nicht weggeräumt waren als das Knochengewebe schon sich zu bilden begann.

Die Verkalkung des Callus muß in jeder Hinsicht als unvollkommen bezeichnet werden, denn es ist nur ein sehr geringer Teil des ganzen Callus kalkhaltig und dann ist dieser Kalkgehalt äußerst gering, die Farbe der Bälkchenzentra blaßblau, die Kalkgrenze zwar feinkörnig, aber breit und im verkalkten Bälkchenzentrum die Grundsubstanz durch die großen und dicht liegenden Knochenkörperchen lückenreich. Sehr interessant ist ferner die Verteilung der kalkhaltigen Gebiete im Callus. Es besteht die offenkundige Tendenz, mitten durch die kalklose Callusmasse eine verkalkte Brücke zu schlagen, die sich beiderseits auf die Oberfläche des alten, verkalkten Schaftes stützt, die Peripherie des Callus bevorzugt und in ihre Kontinuität die Stücke des Knorpelcallus aufnimmt. Was im Callus außer dem Bereiche dieser Brücke liegt, ist vorläufig frei selbst von den Anfängen der Kalkablagerung. So sehen wir nun, wie die erste Kalkablagerung im Callus nicht allein vom Kalkstoffwechsel abhängt, sondern außerdem auch noch durch rein lokale statisch mechanische Momente beeinflußt wird, sonst müßten alle gleich alten und gleich dicken Bälkchen im Kalkgehalt übereinstimmen und das ist absolut nicht der Fall.

h) Das Osteoid wurde gemessen 1. an den ganz kalklosen Balken, und die Zahl halbiert, 2. an den Osteoidsäumen, beides nur am Callus.

1. 34 Messungen,	47 μ Durchschnitt,	120 μ Maximum,	24 μ Minimum
2. 20 »	26·7 μ »	64 μ »	16 μ »

Zu diesen Zahlen sei nur vorläufig soviel bemerkt, daß in diesem wie in anderen Fällen die ersteren Zahlen wider Erwarten größer sind als die letzteren. Nur der Umstand, daß die ersteren Zahlen eben an Stellen gewonnen

sind, wo kein mechanisches Bedürfnis nach sofortiger Verkalkung besteht, erklärt es, daß hier die Zahlen größer anwuchsen als im Bereiche der erwähnten kalkhaltigen Brücke, in dem die letzteren Zahlen gewonnen wurden.

i) Das Periost ohne Besonderheiten.

k) Splitter fanden sich hie und da reaktionslos in den osteoiden Callus eingeschlossen oder im Periost in junges Bindegewebe eingekapselt.

II. Linke Fibula. Hier soll nur von jenen Punkten die Rede sein, in denen ein Unterschied gegen rechts besteht. Nur das obere Fragment des alten Fibulaschaftes hat eine Markhöhle, die aber nicht bis zur Frakturstelle reicht. Die Fragmente sind tadellos adaptiert. Der Abbau der nekrotischen Fragmentenden noch gering. Die großen und zahlreichen Resorptionsräume der Compacta sind zum größten Teil schon mit Osteoblasten und Osteoid ausgekleidet, Osteoklasten sind selten. Der Inhalt der Resorptionsräume ist ein Bindegewebe, in dem basophil granulierte Zellen vorkommen. — Das Knochenmark in der großen Markhöhle des oberen Fragmentes ist zelliges und Fettmark zu gleichen Teilen. — Da es im Frakturbereiche überhaupt keine Markhöhle gibt, gibt es auch keinen enostalen Callus. — Nur an einer Stelle sieht man geringen vasculären Abbau des Knorpelcallus. Von enchondralem Callus ist aber noch keine Rede. — Der periostale knöcherne Callus ist an Menge geringer als rechts und bewirkt noch keine knöcherne Vereinigung der Fragmente. Diese wird ausschließlich durch einen fibrösen Callus bewerkstelligt. — Es fand sich nur ein nekrotischer, lacunär begrenzter Knochensplitter im fibrösen Callus.

Das Osteoid wurde auch hier 1. an den rein osteoiden Bälkchen gemessen und die Zahlen halbiert, 2. an den Osteoidsäumen.

1. 28 Messungen, 37·7 μ Durchschnitt, 72 μ Maximum, 8 μ Minimum,
2. 33 » 21·8 μ » 32 μ » 8 μ »

* * *

Fall 15. Dem Tier wurde 15 Tage vor der Tötung die rechte Fibula frakturiert. Der Wundverlauf war glatt. Bei der Sektion war die Bruchstelle in auffallender Weise noch vollständig beweglich.

Histologischer Befund. Das Material wurde 4 Tage in Müller entkalkt.

a) Der alte Fibulaschaft hat in beiden Fragmenten eine offene Markhöhle und die Compacta ist nicht nur im Callusbereiche, sondern auch sehr weit davon weg von einer so großen Zahl mächtiger Resorptionsräume durchsetzt, daß die ehemalige Compacta auf eine oft sehr zartbalkige Spongiosa und die Menge der Knochensubstanz arg reduziert ist. Die Resorptionsräume sind entweder von der peri- oder von der endostalen Fläche her in den Knochen eingegraben, höhlen ihn oft auf eine sehr lange Strecke aus und sind alle mit jungem, an großen, hellen Zellen reichem Bindegewebe erfüllt, das, wo es an die große Markhöhle grenzt, ebenso linear scharf gegen das zellige Mark g abegrenzt ist, wie der Knochen selbst. Die Begrenzungslinie der Resorptionshöhlen ist entweder lacunär und dann manchmal von vielen Osteoklasten besetzt, oft aber hat sich schon wieder ein Osteoblastensaum eingestellt, der bereits eine neue Knochenschicht mit ansehnlichem Osteoidsaum apponiert hat. Osteoid findet sich außerdem auch noch auf der Endostfläche des Schaftes. Beide Fragmente stehen ohne jegliche Verschiebung zueinander, die Fragmentenden zeigen nur in sehr geringem Umfange Nekrose, was wohl daher kommt, daß die nekrotischen Enden schon stark abgebaut sind. Sie sind 700 μ voneinander entfernt.

Was die auffallende Porose der Fibulacompacta betrifft, so unterliegt es keinem Zweifel, daß sie älter ist, als die Fraktur, doch kann sie im Verlaufe der Frakturheilung eine Steigerung erfahren haben.

b) Das Mark im Fibulaschaft ist im oberen Fragmente zellig, mit spärlich untermischten Fettzellen. Unter den Markzellen prävalieren die mit dem großen Kern; solche mit kleinen Kernen sind spärlicher, die Riesenzellen mäßig an Zahl. Im unteren Fragmente ist das Mark oben zellig, unten reines Fettmark, reichlich mit basophil granulierten Zellen untermischt.

c) Die Markhöhle im Frakturbereiche ist beiderseits von fibrösem Bindegewebe erfüllt.

d) Ein enostaler knöcherner Callus findet sich nur im unteren Fragmente, ist spärlich, rein osteoid und steht mit dem periostalen Callus in Verbindung.

e) Der periostale Knorpelcallus ist zwar nicht so mächtig entwickelt, wie in normalen Fällen, aber immerhin mäßig. Es gibt nur wenige Schnitte, wo er fehlt. Er liegt in der Äquatorialebene, wo er an der äußersten Peripherie des ganzen Callus ein regelloses Netzwerk bildet. An manchen Orten stellt er zwischen den knöchernen Callus beider Fragmenten die Verbindung her, wobei das Knorpel- allmählich in Knochengewebe übergeht. An anderen Stellen spannt sich der Knorpel vom Schaftfragmentende der einen zum knöchernen Callus der anderen Seite oder er liegt der Außenfläche der Fragmentspitze an oder im fibrösen Callus, wobei er allmählich in Bindegewebe übergeht.

Im Knorpel sind die Zellen gegen die Äquatorialebene zu platt, mit geschrumpften, dunklen Kernen, sonst ist der Knorpel mit dichtstehenden runden Zellen versehen, die einen hellen, runden Kern und eine blaue Kapsel besitzen. Die spärliche Grundsubstanz bald rot-violett, bald blau-violett und an manchen Stellen wenigstens verkalkt, in Form der typischen dunkel-violetten interzellulären Netze mit krümelig zackiger Begrenzung. Ganz vereinzelt ist eine Knorpelkapsel aufgebrochen und enthält Bindegewebe oder eine Riesenzelle. Da aber diesem ersten Beginn des Knorpelabbaues noch nirgends Ossifikation gefolgt ist, gibt es noch

f) keine enchondrale Ossifikation und keinen enchondralen Callus.

g) Der periostale knöcherne Callus bildet wie gewöhnlich eine Hülle um jedes der beiden Fragmentenden und diese beiden Hüllen sind in der Äquatorialebene in ganz unvollkommener Weise durch den Knorpel verbunden. Zumeist aber breitet sich zwischen beiden eine dicke Masse von fibrösem Callus, die allein den 700 μ breiten Zwischenraum zwischen beiden Fragmentenden ausfüllt und durch viele junge, ovale helle Bindegewebszellen und spärliche Gefäße ausgezeichnet ist. Der knöcherne Callus ist dicht, ganz ungegliedert, ohne eine Spur von Umbau, seine Markräume, schmäler als die Bälkchen, führen außer Bindegewebe meist auch schöne Osteoblastensäume. Die Bälkchen sind im ganzen nur wenig verkalkt, ein breiter Osteoidsaum ist überall vorhanden, das verkalkte Zentrum des Bälkchens stets blässer blau als im alten Knochen, manchmal sogar nur wie leicht blau angeflogen und die Übergangszone sehr breit, wenn auch nur aus kleinen Krümeln zusammengesetzt. Der Bau des kalkhaltigen Bälkchenzentrums ist überall primitiv, die Zellen zahlreich, groß, dichtstehend; der kalklose Saum ist stets reifer, kernärmer.

h) Das Osteoid des periostalen Callus ist nach 28 Messungen im Durchschnitt 23·7 μ dick, 82·5 μ maximal, 5 μ minimal.

i) Vom Periost ist nur soviel zu sagen, daß es die mächtige Masse des fibrösen Callus stellt.

k) Splitter fanden sich nur in geringer Zahl und Größe, sie lagen im fibrösen Callus und sind nicht von Riesenzellen umgeben.

* * *

Fall 16. 15 Tage vor der Tötung wurden dem Tiere beide Fibulae frakturiert und dabei die rechte gut, die linke absichtlich schlecht adaptiert. Der Wundverlauf blieb ungestört. Bei der Obduktion waren beide Fibulae an der Bruchstelle noch ganz beweglich.

Histologischer Befund (Fig. 6). Das Material wurde 3 Tage in Müller entkalkt.

I. Rechte Fibula.

a) Der alte Fibulaschaft enthält in beiden Fragmenten eine offene Markhöhle (*h*), die aber im unteren Fragment sehr eng ist. Die Fragmente stehen winkelig zueinander und ihre Frakturenden sind infolge lacunären Abbaues weit voneinander gerückt. Das Knochengewebe ist von reifer Struktur, der Hauptsache nach verkalkt, nur am Endost (*i*) ist eine dickere Osteoidschicht zu sehen. Die Corticalis ist infolge sehr zahlreicher und großer Resorptionsräume (*k*) im hohen Grade porotisch, stellenweise im Schnittbilde wie fragmentiert. Die Resorptionsräume sind zum Teil in fortschreitendem, osteoklastischem Abbau (*k*), zum Teil durch eine Osteoidauskleidung wieder verengt (*l*) und wenn der Resorptionsraum sehr groß ist, so erfolgt eine neuerliche Ausfüllung durch ein ganzes, osteoides Spongiosanetz. Nahe dem Bruchende erreicht die Porose einen so hohen Grad, daß das nekrotische Fragmentende von der übrigen Corticalis nicht nur scheinbar im Schnittbilde, sondern in Wirklichkeit losgetrennt und infolge der Beweglichkeit der Bruchstelle in eine fehlerhafte Stellung gekommen ist. So hat man an diesem Falle Gelegenheit zu studieren, wie das Verschwinden des nekrotischen Fragmentendes und das starke Auseinanderweichen der Fragmente zustande kommt.

b) Das Mark im Fibulaschaft ist zellig, mit spärlichen Fettzellen untermischt (*h*). Die Zellen mit den großen hellen und die mit den kleinen dunklen Kernen sind gleich an Zahl, die Riesenzellen spärlich.

c) die Markhöhle im Frakturbereiche enthält fibröses Mark (*m*), das im unteren Fragmente stark braun, hämatogen pigmentiert ist.

d) Ein enostaler knöcherner Callus ist nur im unteren Fragmente zu sehen, recht reichlich, rein osteoid und nicht allein auf das Gebiet der Markhöhle beschränkt, sondern auch die Stelle der resorbierten Corticalis einnehmend.

e) Der periostale Knorpelcallus liegt der Hauptsache nach neben unbedeutenden kleinen Nebenstücken in einem größeren Stücke vor, welches in folgender, für die winkelige Stellung der Fragmente sehr charakteristischer Weise situiert ist. Es liegt das Knorpelstück als elastischer Polster in der Äquatorialebene nur auf der konkaven Seite zwischen die Fragmentenden und die periostalen knöchernen Callus eingeschoben. Das Knorpelgewebe ist stark blau gefärbt, die Zellen blau, groß, aber nicht rund, mit dunklem zackigem Kern und geschrumpftem Protoplasma.

Allmählicher Übergang von Knorpel- zu Bindegewebe und seltener zu Knochengewebe kommt vor. Knorpelverkalkung findet sich nur ganz ausnahmsweise, namentlich da, wo der Knorpel in kalkhaltigen Knochen übergeht und das Bild ist das für Rachitis typische: Die Grundsubstanz stellt sich dar als zwischen den Zellen liegendes, verkalktes, feines, schwarz-blaues Netz, von grob krümeliger Zusammensetzung.

f) Da es nirgends enchondrale Ossifikation gibt, fehlt auch der enchondrale Callus ganz.

g) Der periostale knöcherne Callus ist, wie es bei der winkeligen Stellung der Fragmente ganz natürlich ist, über jedem der beiden Fragmente auf der konkaven Seite sehr kräftig entwickelt, auf der konvexen ganz schwach und ebenso ist die konvexe Seite ganz kalkfrei, während auf der konkaven Seite nahe der Äquatorialebene im Zentrum der Bälkchen bereits Verkalkung besteht, welche aber nicht nur extensiv, sondern auch qualitativ so gering ist, daß die Verkalkung blos an der lichtblauen Farbe erkannt werden kann. Es sind also die Bälkchen erst anverkalkt. Es ist dies wieder ein Beispiel dafür, wie rein lokale Bedingungen, nämlich gesteigerte Belastung, die Kalkablagerung zu fördern vermögen. Der Callus stellt im übrigen eine sehr dichte Spongiosa dar, deren Markräume schmäler sind als die Bälkchen und außer dem Gefäß und etwas Bindegewebe meist auch gut ausgebildete Osteoblasten enthalten. Das Knochengewebe ist durchschnittlich zu zellreich, also unreif, insbesondere in den verkalkten Bälkchenzentren. Die Bälkchenanordnung ist noch sehr primitiv, nirgends ein Zeichen von Umbau oder Stützstruktur. Eine knöcherne Vereinigung des beiderseitigen Callus ist noch nicht erfolgt, die Verbindung ist nur knorpelig und fibrös, letzteres durch Vermittlung eines recht reichlichen fibrösen Callus.

h) Das Osteoid wurde nur am periostalen Callus gemessen und zwar 1. an den ganz kalklosen Balken und die Zahlen wurden halbiert und 2. an den kalklosen Säumen. Die Kalkgrenze ist zwar nur feinkörnig, dafür aber breit.

1. 26 Messungen,	42·7 μ Durchschnitt,	80 μ Maximum,	24 μ Minimum
2. 29 »	23 μ »	32 μ »	8 μ »

i) Das Periost bildet in der Äquatorialebene einen starken fibrösen Callus mit wenig Gefäßen, aber vielen, oft in Mitose befindlichen Kernen.

k) Die Splitter liegen zahlreich und in größeren Exemplaren im Periost und werden von ungewöhnlich großen Riesenzellen lacunär angenagt oder sie bilden einen Knochenstaub, der ohne Riesenzellen im fibrösen Callus liegt.

II. Linke Fibula (Fig. 6). Da sich hier zum größten Teil dasselbe findet, wie auf der rechten Seite, so sollen nur jene Punkte erwähnt werden, in denen ein Unterschied besteht. — Die Fragmente stehen nicht winkelig, sondern parallel, sind aber seitlich verschoben (Fig. 6). — Ein enostaler Callus fehlt auf beiden Seiten. — Der Knorpelcallus liegt in mehreren isolierten Stücken vor (*a, a*), die stets in Osteoid eingehüllt sind. — Entsprechend der parallelen, aber seitlich verschobenen Stellung der Fragmente ist der periostale knöcherne Callus in der Fig. 6 am oberen Fragment links reichlich (*b*), rechts spärlich (*c*), und am unteren Fragment umgekehrt, links spärlich (*d*) und rechts reichlich (*e*). Diese Differenz ist eine Folge verschiedener Belastung, *b* ist deshalb stark entwickelt, weil sich das untere Fragment hauptsächlich darauf stützt, ebenso *e* größer, weil es das obere Fragment hauptsächlich trägt. Hingegen haben *c* und *d* fast keine Last zu tragen und sind schwach entwickelt. Und wieder geht mit der stärkeren Belastung ein lokaler Anreiz zur beschleunigten Verkalkung Hand in Hand, *b* und *e* sind schon anverkalkt, *d* ganz, *c* fast ganz kalklos. — Die Vereinigung der Fragmente erfolgt durch einen reichlichen fibrösen Callus (*f, f, f*), der aber von osteoiden Bälkchen (*g*) durchzogen ist. — Splitter sind keine vorhanden. — Das Osteoid wurde, wie rechts, 1. an den rein osteoiden Bälkchen gemessen und die Zahlen durch 2 geteilt und 2. an den Osteoidasäumen.

1. 36 Messungen,	41·8 μ Durchschnitt,	80 μ Maximum,	20 μ Minimum
2. 36 «	21·9 μ »	48 μ »	8 μ »

* * *

Fall 17. Es wurde bei dem Tier 15 Tage vor der Tötung die rechte Fibula frakturiert. Die Wundheilung erfolgte per primam, aber die Frakturstelle war bei der Obduktion noch ganz bedeutend beweglich.

Histologischer Befund (Fig. 7). Das Material wurde 7 Tage in Müller entkalkt.

a) Die Fragmente des alten Fibulaschaftes (*b, b*) sind stark seitlich verschoben und sogar im Sinne einer Verkürzung etwas übereinandergeschoben. Beide Fragmente haben eine weit offene Markhöhle (*f*). In der Figur fehlt dem oberen Fragmente die Markhöhle nur scheinbar; es handelt sich nämlich um einen Tangentialschnitt.

Am Fragmentende ist das kalkhaltige, aber auch das kalkfreie Knochengewebe nekrotisch. Ein Effekt der Quetschung durch die Schere (vgl. in der Fig. 7 den kernhaltigen Teil *g* mit dem kernlosen *h*).

Das Knochengewebe ist im ganzen Schaft von reifem Typus, zum größten Teil gut verkalkt und, ohne jede Gesetzmäßigkeit, auch weit weg von der Frakturstelle, bald auf der periostalen (*c*), bald auf der enostalen Seite (*d*) mit verschieden mächtigem Osteoid belegt, das stellenweise (*a*) in vorgeschrittener Verkalkung begriffen ist.

Endlich ist am Schaft lacunärer osteoklastischer Abbau der kalkhaltigen Partien zu erwähnen (*e*), der nicht nur im Frakturbereiche vorkommt und stellenweise die Compacta förmlich aushöhlt.

b) Das Mark des Fibulaschaftes ist rein zellig. Die Zellen mit den großen hellen Kernen überwiegen bei weitem; kleine dunkle Kerne sind spärlich und liegen in Gruppen. Die Riesenzellen gut entwickelt, Gefäße spärlich.

c) Die Markhöhle im Frakturbereiche (*i*) ist mit einem jungen Bindegewebe erfüllt, das reich ist an großen hellen Bindegewebszellen, arm an Gefäßen, aber auch Leuko- und Lymphozyten führt.

d) Enostaler knöcherner Callus. Im fibrösen Mark der Fragmentenden ist ein Knochenbalkenwerk (*k*) in solcher Reichlichkeit aufgeschossen, wie es in normalen Fällen nie vorkommt. Die Bälkchen sind meist von schön basophilen Osteoblasten mit hellem Protoplasmafleck umsäumt, der Hauptsache nach kalklos, von reifem Knochentypus. Wenn sich ein zentraler Verkalkungsherd findet, so verrät er durch die unregelmäßige Faserung und die zahlreichen Zellen unreifen Typus. Infolge der seitlichen Fragmentverschiebung steht der enostale Callus manchmal in direkter Verbindung mit dem periostalen des anderen Fragmentes.

e) Der periostale Knorpelcallus (*l*, *l*) spielt in diesem Falle quantitativ eine geringe Rolle, er liegt nur in einzelnen Herden vor und es ist keine Rede davon, daß er eine komplette äquatoriale Scheibe bilden würde. Die Ursache für diese geringe Entwicklung ist in einer Verringerung der Reibung zu suchen, die teils durch die rachitische Beschaffenheit der Fibula, teils durch die starke Verschiebung ihrer Fragmente bedingt ist. Aber auch hier ist die nahe Lagebeziehung des Knorpelcallus zu den Fragmentenden unverkennbar.

Das Knorpelgewebe besitzt große, runde, sattblaue Zellen und geht am Rande allmählich ohne scharfe Grenze teils in Bindegewebe, teils in Osteoid über. Verkalkung des Knorpels ist hie und da in Form unvollständiger, krümeliger, besonders dunkelblauer Ringe um die Zellen feststellbar. Vasculärer Abbau und damit enchondrale Ossifikation fehlen vollständig und darum ist

f) ein enchondraler Callus auch nicht vorhanden. Dieses Fehlen der enchondralen Ossifikation erinnert sehr an das gleiche Verhalten in der Rippe.

g) Der periostale knöcherne Callus ist, wie immer bei so starker seitlicher Verschiebung der Fragmente, auf der einen Seite des Schaftes mächtig (*o*), auf der anderen dürftig (*m*), während dieses Verhältnis am anderen Fragment umgekehrt ist. Das läßt sich aus der besonderen Art der Belastung bei solcher Fragmentverschiebung leicht erklären.

Seinem inneren Aufbaue nach steht der Callus in jeder Hinsicht auf einer auffallend jungen Entwicklungsstufe, er ist stark rückständig. Er besteht aus einer dichten, ganz gleichförmigen, ungegliederten Spongiosa (*n*), an der noch keine Kittlinie, kein Zeichen eines Umbaues wahrnehmbar ist, sondern bloß Apposition. Die den Callus durchziehenden Gefäßkanäle (*q*) sind zahlreich, schmal, dichtstehend, enthalten außer den kollabierten Blutgefäßen ein junges, großzelliges Bindegewebe und Pallissaden blauer Osteoblasten, deren Kerne vom Knochen abgewendet sind. Das Knochengewebe ist von reifem Typus, seine Zellen zwar etwas zahlreicher als im alten Knochen, aber klein. Die Grundsubstanz der Hauptmasse nach kalklos (*n*) und die vorhandene, im Zentrum der Balken beginnende Verkalkung ist so geringgradig, daß das ungemein blasse Blau (*o*) sich mit dem des alten Schaftes (*b*) nicht im entferntesten messen kann. Diese ersten Anfänge der Verkalkung finden sich fast ausschließlich auf der Seite, wo der Callus massig ist (*o*) und auch hier mehr nahe an der Frakturebene. Da wo der Callus fast unmittelbar der Schaftoberfläche, nahe dem Frakturende, aufliegt, ist seine Verkalkung relativ besser (*p*). Doch ist hier das Knochengewebe sehr primitiv, regellos gefasert und reich an großen, plumpen Zellen und Sharpey'hen Fasern. Die Verkalkung ist aber auch hier darum recht lückenhaft, weil sie sich auf die wenigen, von den Zellen und Sharpey'schen Fasern freigelassenen Stellen beschränken muß. Es ist das der primitive Callus, von dem Reste selbst in solchen Fällen anzutreffen sind, die schon in vorgeschrittenem Umbau begriffen sind.

h) Das Osteoid wurde 1. an den kalklosen Säumen gemessen, 2. an ganz kalklosen Balken und die Zahlen halbiert.

1. 32 Messungen,	28 μ Durchschnitt,	48 μ Maximum,	16 μ Minimum.
2. 27 »	45 μ »	120 μ »	12 μ »

i) Das Periost in der Äquatorialgegend des Callus etwas dicker, sonst ohne Besonderheiten.

k) Splitter keine gefunden.

* * *

Fall 18. Dem Tier wurden 15 Tage vor der Tötung beide Fibulae frakturiert und bei Gelegenheit der Adaptierung der Fragmente wurde rechterseits das untere unabsichtlich noch einmal gebrochen. Ungestörter Wundverlauf. Bei der Obduktion fand sich an beiden Fibulae ein sehr großer, aber noch ganz beweglicher Callus.

Histologischer Befund (Fig. 8). Die Knochen wurden 7 Tage in Müller entkalkt.

I. Linke Fibula.

a) Der alte Fibulaschaft (*a*) hat im unteren Fragment durchgehends (*h*), im oberen nur am Fragmentende eine offene Markhöhle (letztere in der Figur wegen Tangentialschnittes nicht getroffen). Die Fragmente sind seitlich und winkelig gegeneinander verschoben, so daß sie fast ganz außer Kontakt stehen (Fig. 8). Die Fragmentenden sind nekrotisch und nur ein wenig von der Außen- und Bruchfläche her lacunär angenagt.

Das Knochengewebe der Corticalis (*a*) ist reif, am Endost in dicker Schicht kalklos (*b*), ebenso auch die Gefäßkanäle (*c*, *e*) mit Osteoid ausgekleidet. Die Kompakta ist im oberen (viel weniger im unteren) Fragmente von Resorptionshöhlen so durchsetzt, daß sie davon ganz porotisch ist(*f*, *g*). Die Resorptionsräume sind zum Teil noch in Fortschreiten begriffen (*d*), von prächtigen Osteoklasten besetzt und von einem ganz lockeren, zahlreiche Mitosen aufweisenden Bindegewebe erfüllt (*d*). Gelangt eine solche lacunäre Abbaufläche von unten her an einen Osteoidbelag, so wird dieser unterhöhlt, da er langsamer dem lacunären Abbau verfällt als der kalkhaltige Knochen, eine Beobachtung, die Pommer schon vor vielen Jahren gemacht hat. Später treten in den Resorptionsräumen Osteoblasten auf, die die Höhle wieder mit Osteoid auszukleiden (*e*) oder sogar mit einem osteoiden Netz auszufüllen beginnen (*f*). So sehen wir die Knochenporose in Reparation.

b) Das Mark des Fibulaschaftes (*h*) ist ausschließlich zellig; darin überwiegen die Zellen mit großen Kernen, aber auch solche mit kleinen sind zahlreich. Auch die Riesenzellen (RZ) sind zahlreich, meist gut entwickelt, selten verkleinert, mit dunklem Kern und Protoplasma und fehlen im oberen Fragment ganz.

c) Die Markhöhle im Frakturbereiche ist mit Bindegewebe erfüllt (*i*), welches den

d) enostalen knöchernen Callus (*k*) enthält, der in Form einiger ganz kalkloser Bälkchen vorliegt. Diese sind von reichlichen, kräftig entwickelten Osteoblasten umlagert (in der Figur als dunkler Saum erscheinend) und enthalten Knochenzellen, die noch ebenso groß sind und den gleichen hellen Fleck im Protoplasma aufweisen, wie die Osteoblasten selbst.

e) Der periostale Knorpelcallus liegt nicht gerade in geringer Menge vor und bildet multiple, nicht zusammenhängende, zum Teil auch recht große Inseln, die die Äquatorialebene bevorzugen. Diese Knorpelgewebsinseln sind aufs klarste als elastische Stützpolster zwischen das Bruchende des unteren und den periostalen knöchernen Callus des oberen Fragmentes eingeschoben (*l*), und ebenso auch zwischen die Bruchfläche des oberen und den periostalen knöchernen Callus des unteren Fragmentes (*m*).

Das Knorpelgewebe besteht aus großen, runden, dichtstehenden Zellen, die einen großen Kern haben und in eine homogene Grundsubstanz eingelagert sind. Die Farbe von Kern, Protoplasma, Kapsel und Grundsubstanz ist immer blau, aber in verschiedenen Tönen. Doch gibt es auch Stellen, wo die Zellen ihre runde Form verloren haben, einen kleinen, dunklen, geschrumpften Kern und ein geschrumpftes Protoplasma aufweisen und eine fleckweise fädig aufgefaserte Grundsubstanz. Inwieferne diese regressive Metamorphose ein Effekt traumatischer Einflüsse ist, läßt sich vermuten, aber nicht mit Sicherheit nachweisen. Allmählicher Übergang von Knorpel- in Bindegewebe oder Knochen ist oft nachzuweisen. Ganz ausnahmsweise findet man, von kalkhaltigem Knochengewebe umringt, ein kleines Stückchen Knorpelgewebe, dessen Grundsubstanz aufs deutlichste in Form des typischen, schwarz-blauen Netzes mit krümeligem Kontur verkalkt ist.

f) Enchondrale Ossifikation und enchondraler Callus. Ganz selten sieht man in den kalkhaltigen und auch kalkfreien Knorpel ein Gefäß eindringen und Kapseln aufbrechen, also den ersten Beginn vasculären Knorpelabbaues. Da aber noch nirgends Knochenapposition in den Knorpelkapseln zu verzeichnen ist, gibt es noch keinen enchondralen Callus.

g) Der periostale knöcherne Callus (p_1 bis p_4) hat, trotzdem er recht reichlich entwickelt ist, nur an wenigen Stellen eine knöcherne Vereinigung beider Fragmente herbeigeführt (in der Figur an keiner Stelle). Diese Vereinigung ist zumeist knorpelig und fibrös (Fig. 8).

Der fibröse Callus (*n*, *o*) ist stellenweise sehr reichlich und verbindet beispielsweise in der Fig. 8 (*n*) links den Knorpelcallus *m* mit dem unteren periostalen knöchernen p_4 und bei *o* das obere Fragment mit dem enostalen Callus *k*. Die Bindegewebszellen sind in diesem jungen fibrösen Callus noch sehr zahlreich, groß und hell und enthalten sehr oft Mitosen.

Der knöcherne Callus (p_1 bis p_4) ist von sehr primitiver Struktur, enorm dicht und nur von engen Gefäßkanälen durchzogen (*r*), die außer dem Gefäß nur etwas Bindegewebe und mäßig entwickelte Osteoblasten führen und trotz ihrer nicht geringen Zahl dem Knochen seinen kompakten Habitus nicht nehmen können. Die Bälkchen verraten nirgends Stützstruktur und sind der weit überwiegenden Menge nach kalklos (p_2 bis p_4). Die Knochenzellen sind nicht sehr zahlreich und die Grundsubstanz gefasert. Was am Callus verkalkt ist, ist qualitativ und quantitativ wenig (p_1). Oft ist es nur ein leiser Anflug von Blau, ein andermal ist das Blau der Balkenzentra etwas dunkler, aber selbst in diesem Falle erscheint der Knochen mit seinen großen, in weiter Verbindung stehenden Zellhöhlen recht lückenreich und die Kalkgrenze zwar breit, aber feinkörnig. Die Verteilung des Kalkes im Callus ist darum von Interesse, weil sie uns wieder einmal zeigt, wie das statische Bedürfnis eine rein lokale Ursache abgeben kann für die Bevorzugung der Verkalkung. So sehen wir zum Beispiel, daß in der Fig. 8 von allen vier Partien des periostalen knöchernen Callus gerade nur die Partie p_1 offenkundig als Stütze in Verwendung steht, indem sich das untere Fragment *a* durch Vermittlung des Knorpelpolsters *l* auf den Callus p_1 aufstützt. Und gerade nur dieser Callus ist es, der in klarster Weise Verkalkung aufweist. Auf der anderen Seite ist das gleiche nicht der Fall, denn auf den Knorpel *m* folgt nach unten erst Bindegewebe *n* und dann erst der periostale Callus p_4, der auch ganz kalklos geblieben ist.

h) Das Osteoid wurde 1. an den ja hier weit überwiegend ganz kalklosen Bälkchen gemessen und die Zahl durch 2 geteilt und 2. an den wenigen vorhandenen Osteoidsäumen.

1. 30 Messungen,	51 μ Durchschnitt,	80 μ Maximum,	28 μ Minimum
2. 39 »	38 μ »	64 μ »	16 μ »

i) Periost ohne Besonderheiten.

k) Splitter nur ganz vereinzelt, im Knorpel liegend und daselbst ohne Abbau konserviert.

II. Rechte Fibula. Hier bestehen im allgemeinen die gleichen Verhältnisse wie links, so daß es genügen wird, bloß die Abweichungen zu erwähnen. Im oberen Fragmente gibt es hier überhaupt gar keine Markhöhle. — Im Bindegewebe, welches die Resorptionsräume in der Compacta ausfüllt, liegen manchmal basophil granulierte Zellen. — Die Kalkablagerung im periostalen knöchernen Callus bevorzugt in auffallender Weise die Äquatorialgegend. — Eine Strecke unterhalb der beabsichtigten Fraktur fand sich der Callus von der unabsichtlich erzeugten. Hier sind die Fragmente bereits durchaus knöchern verbunden (das Periost wurde ja nicht durchtrennt), und auch hier bevorzugt die erste Kalkablagerung die Äquatorialzone. Knorpelcallus ist auch hier vorhanden, aber recht wenig. — Das Osteoid wurde in dem rechten Callus ebenso gemessen wie im linken, das heißt 1. die ganz kalkfreien Balken wurden gemessen und die Zahlen halbiert, 2. die osteoiden Säume.

1. 50 Messungen,	44·3 μ Durchschnitt,	88 μ Maximum,	24 μ Minimum
2. 60 »	28·5 μ »	80 μ »	8 μ »

* * *

Fall 19. Der hier zu schildernde Callus kam an einer Rippe zur Entwicklung, die 15 Tage vor der Tötung des Tieres nahe der Ossifikationslinie durchtrennt wurde. Wie die histologische Untersuchung lehrt, wurde die Durchtrennung gerade da vollzogen, wo die Spongiosa in den Schaft übergeht. Die Beschreibung des Falles wird am besten an der Hand der Fig. 9 erfolgen. Der verkalkte Rippenknorpel (*vK*) und der ruhende Knorpel (*rK*) bieten nichts besonderes. Die seitliche Ausbauchung (*a*) ist besonders kräftig ausgebildet und die Ossifikationsgrube (*b*) schneidet besonders tief ein. Der in letzterer liegende periostale Ossifikationswulst ist hier besonders dick. Die Zone der Knorpelwucherung (*KW*) ohne pathologischen Befund, die präparatorische Verkalkungszone (*pV*) deutlich verdickt, ganz licht, großzellig, ganz kalklos. Die beiden letzteren Schichten sind in den knöchernen Rippenteil napfförmig versenkt. Das Protoplasma der tiefstgelegenen Knorpelzellen zeigt eine bald feine, bald grobe, leuchtend eosinrote Granulierung. Es folgt nach unten die Spongiosa (*Sp*), welche noch weiter nach unten in eine kompakte Osteoidmasse (*d*) übergeht, die oben reich ist an Kernen, unten aber kernarm ist, weil die meisten Knochenzellen nekrotisch und ihre Knochenhöhlen bis zur fast völligen Unsichtbarkeit collabiert sind. Die Ursache dieser Nekrose ist die Quetschung durch die Schere. Die Osteoidmasse (*d*) haben wir uns als Rest der sekundären Spongiosa vorzustellen, in der die Trennungsebene verlief und die abgerundete untere Grenze dieser Osteoidmasse ist ein Effekt des Abbaues dieses oberen Fragmentendes. Das untere Fragmentende (*e*) liegt bereits im Bereiche des Schaftes, dessen Corticalis in der Mitte ihrer Dicke verkalkt (*Sch*), auf der peri- und endostalen Seite aber mit einer dicken Osteoidmasse (*h*) belegt ist. Das kalkhaltige Fragmentende (*e*) ist infolge der Quetschung nekrotisch und wird von der Bruchfläche (*f*) aus lacunär abgebaut. Dabei bleibt der kalklose, ebenfalls nekrotische Teil des Fragmentendes (*g*) unresorbiert stehen. Das Knochenmark (*zM*) ist zellig. Beide Fragmente stehen unter einem, gegen das Thoraxinnere sich öffnenden sehr stumpfen Winkel zueinander (Fig. 9).

Das obere Fragment ist auf beiden Seiten und unten von einem spongiösen, absolut kalklosen, periostalen Callus (C_1, C_1) umlagert, der bei K_1, K_1 Knorpelgewebe einschließt. Dieses hat blaue Zellen, eine blaue Grundsubstanz, zeigt den typischen allmäligen Übergang in Knochengewebe und sogar schon die ersten Anfänge vasculären Abbaues. Auch das untere Schaftfragment ist von einem spongiösen, absolut kalklosen, periostalen Callus umlagert (C_2, C_2), der auf der konkaven Seite der winkelig gestellten Fragmente, wie gewöhnlich mächtiger ist als auf der anderen. Auch hier enthält der periostale Callus stellenweise Knorpel (K_2). Die Verbindung beider im Callus eingehüllter Fragmente ist nicht knöchern, sondern bindegewebig. Dieser periostale Bindegewebscallus (*BC*, *BC*) liegt in der Äquatorialebene der Fraktur, ist am ganzen Querschnitt nirgends unterbrochen, reich an großen, hellen, jungen Bindegewebszellen und Fibrillen, aber gefäßarm.

* * *

Fall 21. Das Material wurde 4 Tage in Müller entkalkt.

A. Rechter Fibulacallus. Bei diesem aus der ersten Zeit des Versuches stammenden 45tägigen Callus wurde die Fraktur zu einer Zeit angelegt, als die Nagezähne noch durchscheinend waren; die Rippe aber wies schon den ersten Beginn der Rachitis auf. Als der Callus dem Tier entnommen wurde, haben die Nagezähne schon angefangen opak zu werden. Die Vereinigung der Fragmente war bei der Obduktion schon ganz fest.

Dieser sowohl als auch der linksseitige Callus des vorliegenden Falles unterscheiden sich von allen anderen unserer Versuchsreihe vor allem durch das vorgeschrittene Stadium der Frakturheilung, entsprechend der viel längeren Heilungsdauer: 45 gegen 15 Tage. Darum haben die Callus dieses Falles keinen Vergleichswert mit den anderen Fällen, sondern nur untereinander. Entsprechend dem vorgeschritteneren Heilungsstadium sind die Verhältnisse am Callus vereinfacht.

a) Der alte Fibulaschaft besitzt in beiden Fragmenten eine offene Markhöhle. Die Frakturenden zeigen keine Nekrose und stehen weit auseinander, beides ein Effekt vorgeschrittenen Abbaues von der Bruchfläche aus. Die Compacta zeigt keine Spur von Porose. Die Fragmente befinden sich in fehlerhafter Stellung zueinander, die wir, mit Rücksicht auf das Verständnis der Verteilung des periostalen Callus (siehe unten) uns vollkommen klar vergegenwärtigen müssen. Man stelle sich vor, daß das untere Fragment senkrecht und unverrückt blieb, während das obere sich in einem nach links offenen Winkel zum unteren stellte und außerdem in toto nach rechts verschoben war.

b) Das Mark im Fibulaschaft ist zellig, mit spärlichen Fettzellen untermischt. Es überwiegen die großen und hellkernigen Markzellen und die Riesenzellen sind gut entwickelt, aber spärlich.

c) Die Markhöhle im Frakturbereiche enthält auf eine kurze Strecke Bindegewebe, in das basophil granulierte Zellen eingestreut sind und einige Bälkchen des

d) enostalen Callus, die mit dem periostalen Callus in Verbindung stehen.

e) Einen periostalen, noch nicht aufgebrauchten Knorpelcallus gibt es nicht mehr, sondern nur noch den aus diesem durch

f) enchondrale Ossifikation hervorgegangenen enchondralen Callus. Dieser liegt ausschließlich auf der konkaven Seite des winkeligen Bruches, wo seinerzeit der Knorpelcallus gelegen sein muß, wie das ja beim Knorpelcallus gewöhnlich der Fall ist. Der enchondrale Callus liegt vollständig von allen Seiten in den periostalen Callus eingeschlossen, berührt nirgends mehr das Periost, besteht aus Knochenbälkchen, die vollkommen in das Spongiosagerüst des periostalen Callus eingepaßt sind und sich von diesem blos dadurch unterscheiden, daß sie in der Mitte ihrer Dicke verkalkte Knorpeleinschlüsse aufweisen, in denen auch noch unverbrauchte Knorpelzellen oft vorkommen. Der dem Knorpel aufliegende Knochenanwurf ist nur ausnahmsweise ganz kalklos, meist verkalkt und noch mit einem osteoiden Saum versehen. Lacunärer Abbau mit Bloßlegung des zentralen Knorpeleinschlusses findet sich nur spärlich.

g) Der periostale knöcherne Callus zeigt ein vorgeschrittenes Stadium der Entwicklung. Seine Verteilung können wir aus den Belastungsmomenten nur dann verstehen, wenn wir uns die Stellung der Fragmente, die unter *a)* besprochen ist, vor Augen halten. Im allgemeinen ist der Callus auf der konkaven, also — um an dem bei *a)* gegebenen Situationsbilde festzuhalten — linken Seite reichlicher entwickelt; er hüllt das untere Fragment zirkulär ein, füllt vollkommen den großen Zwischenraum zwischen den Fragmenten aus, erstreckt sich sogar ein wenig in die Markhöhle beiderseits, das obere Fragment aber hüllt er nicht ringsherum ein, sondern legt sich nur an seine linke, dem unteren Fragmente zugewendete, also tragende Fläche an, während die rechte, vom unteren Fragmente abgewendete, nicht tragende Fläche ganz frei ist vom Callusbelag.

Der periostale Callus stellt eine grobbalkige, dichte Spongiosa dar, deren Markräume viel schmäler sind als die Balken, außer dem Gefäß in der Regel einen prächtigen Osteoblastensaum enthalten und nur ausnahmsweise etwas größer sind und dann auch etwas zelliges und Fettmark aufweisen. Die ausnahmslos verkalkten Knochenbalken sind etwas kernreich und tragen stets auch pathologisch breite Osteoidsäume, die an Masse dem kalkhaltigen Teil gleich-

kommen oder ihn doppelt übertreffen können und schon aus reifem Knochen bestehen. Kittlinien liegen zum Teil im kalkhaltigen Teil, teils an der Kalkgrenze, die aber auch durch eine nicht verbreiterte, feinkörnige Übergangszone gegeben sein kann.

h) Das Osteoid ist nach 24 Messungen im Durchschnitt 22·9 μ dick, 64 μ Maximum, 8 μ Minimum. Diese Zahlen, gegen die entsprechenden normalen gehalten, zeigen, daß das Tier schon jetzt, also in der ersten Hälfte der Versuchszeit, sehr ausgesprochen rachitisch war.

i) Am Periost nichts pathologisches.

k) Splitter wurden nicht gefunden.

B, Die linke Fibulafraktur, die am Versuchsende, 45 Tage vor der Tötung des Tieres, angelegt wurde, zu einer Zeit, als die Nagezähne bereits vollkommen opak waren, wurde, wie die rechtsseitige, 45 Tage der Heilung überlassen und der bei der Obduktion vorgefundene Callus war noch sehr deutlich, aber wenig beweglich. Zur Zeit, als die Frakturheilung unterbrochen wurde, war die rachitische Veränderung an den Rippen schon hochgradig und voll ausgesprochen.

a) Der alte Fibulaschaft zeigt an den Frakturenden noch überall etwas vom nekrotischen Knochengewebe und die Fragmente stehen mehr seitlich gegeneinander verschoben als winkelig zueinander, sonst alles wie rechts.

b) Die Markhöhle im Fibulaschaft enthält viel mehr Fettzellen in dem im übrigen zelligen Mark, sonst wie rechts.

c) Die Markhöhle im Frakturbereiche enthält auf eine längere Strecke Bindegewebe, sonst alles wie rechts.

d) Der enostale Callus verhält sich genau wie rechts.

e) Der periostale Knorpelcallus ist noch in ansehnlicher Menge vorhanden, liegt in der Äquatorialebene, vermittelt zum Teil die Verbindung zwischen den periostalen knöchernen Callus beider Fragmente, ist gegen den einen und den anderen hin in enchondraler Ossifikation begriffen und seine Grundsubstanz ist vielfach verkalkt und zwar in Form eines schwarz-blauen, die Zellen umschließenden Netzes mit krümeligem Kontur und sehr deutlicher Kalkgrenze. Überdies findet man auch Knorpelgewebe, das zentral im Knochenbalken liegt, aber dahin nicht durch enchondrale Ossifikation geraten ist, denn die Grenze zwischen Knorpel und Knochen ist nicht linear scharf, sondern beide Gewebe gehen ineinander ganz langsam nach dem bekannten Typus über, wobei Knorpelzellen in Knochengrundsubstanz zu liegen kommen.

f) Enchondrale Ossifikation ist noch vielfach anzutreffen, aber enchondraler Callus viel häufiger und ausgedehnter, dessen Knochenanwurf zumeist ganz osteoid ist. Sonst alles wie rechts.

g) Die Verteilung des periostalen Callus ist anders als rechts, denn die seitliche Verschiebung der Fragmente wiegt vor. Man sieht darum das bei dieser Stellung der Fragmente ganz typische Verhalten, daß der Callus am unteren Fragmente zum Beispiel rechts stark, links schwach, am oberen links stark und rechts schwach ausgebildet ist. Sonst die Ausdehnung des Callus die gleiche wie rechts. Nach dem Bau und dem Kalkgehalt der Spongiosa müssen zwei verschiedene Regionen im Callus unterschieden werden, der der Außenfläche des Schaftes anliegende, äußere, subperiostale Teil und der zwischen den Fragmentenden liegende innere Teil. Der erstere ist ungemein dicht gebaut, viel dichter als rechts, noch ganz primitiv, eigentlich sklerotisch, bloß von spärlichen und sehr engen Kanälen durchzogen, in denen außer einem engen Gefäßchen, einer Spur Bindegewebe, höchstens hie und da noch dürftige Osteoblasten liegen. Die verkalkten Bälkchenzentra sind noch kernreich und enthalten viele Sharpey'sche Fasern und die Übergangszone zu dem stets vorhandenen kalklosen Saum ist pathologisch breit und grobkörnig; Kittlinien fehlen ganz. Der tiefe, zwischen den Fragmentenden liegende Callusteil ist mehr balkig gebaut, denn die Markräume sind weiter und enthalten selbst etwas zelliges und Fettmark, während die Bälkchen in auffallendem Gegensatze zum ersten Teil eigentlich ganz kalklos sind, denn nur bei starker Vergrößerung merkt man im Zentrum der Bälkchen den ersten Anfang der Verkalkung in Form isolierter, hell-violetter Körnchen, die um die Knochenzellen stehen.

h) Das Osteoid wurde an 2 Stellen gemessen, 1. an den osteoiden Säumen, 2. an den ganz kalklosen Balken, wobei aber die Zahlen halbiert wurden.

1. 32 Messungen,	27·9 μ Durchschnitt,	64 μ Maximum,	16 μ Minimum
2. 11 »	47·2 μ »	64 μ »	32 μ »

i) Am Periost nichts besonderes.

k) Splitter keine nachweisbar.

* * *

Fall 22. Die Fraktur der Fibula wurde bei dem schon hochgradig marantischen Tier 10 Tage vor dem spontan eingetretenen Exitus angelegt.

Histologischer Befund. Der Knochen wurde 6 Tage in Müller entkalkt. Der Befund war sehr einfach, weil der Callus entsprechend seinem geringen Alter einerseits und noch viel mehr dem hochgradigen Marasmus des Tieres andrerseits kaum in den ersten Anfängen seiner Entwicklung steht. Die Fragmente stehen tadellos adaptiert übereinander, die alte Corticalis besteht aus reifem, der Hauptsache nach kalkhaltigem Knochengewebe und breite Osteoidsäume sind nur in den Volkmann'schen Kanälen nachweisbar. Die Fragmentenden sind nekrotisch, noch ohne eine Spur von lacunärem Abbau. Die in beiden Fragmenten vorhandene weite Markhöhle enthält zelliges Mark, das nur im Frakturbereiche durch ein fibröses ersetzt ist, das von Fragment zu Fragment überspringend, eine bindegewebige Vereinigung der Bruchenden herbeiführt. Enostaler knöcherner Callus fehlt noch ganz. Auch das Periost hat einen fibrösen Callus hervorgebracht, der ringsherum beide Fragmente verbindet, zahlreiche, große, junge Bindegewebszellen enthält, aber weniger Bindegewebsfibrillen als der fibröse Markcallus. Dort, wo der fibröse periostale Callus dem alten Schaft aufruht, findet man den ersten Anfang eines knöchernen Callus in Form einiger schmaler, ganz niederer, absolut kalkloser Bälkchen, die nicht von Osteoblasten umlagert sind, sondern einfach in den fibrösen periostalen Callus eingebettet sind und hie und da auch eine blaue Knorpelzelle enthalten. Aber alles das steht noch in den ersten Anfängen der Entwicklung und es hat nicht viel Zweck, die Dicke des Osteoids zu messen.

* * *

B. Das histologische Bild des rachitischen Frakturcallus.

Von unseren 15 Rachitisfällen haben wir nur in den 10 Fällen 9 bis 18 Fibulafrakturen mit 15tägiger Heilungsdauer, also solche, die mit unseren normalen 8 Fällen verglichen werden dürfen. Unter diesen 10 Fällen wurde die Fraktur sechsmal an einer, viermal (Fall 10, 14, 16, 18) gleichzeitig an beiden Fibulae angelegt. Unter den 5 restlichen Fällen lag im Falle 20 keine operativ erzeugte Fraktur vor. Im Falle 19 wurde eine solche angelegt, aber nicht an der Fibula, sondern an einer Rippe, ist aber, wie bei den Fibulae, 15 Tage der Heilung überlassen worden. Im Falle 21 lag uns eine 45tägige Frakturheilung vor und zwar an der einen Fibula aus der Zeit beginnender Rachitis, an der anderen aus der Zeit voll entwickelter Rachitis, 3 Monate später. Wegen der langen Heilungsdauer hat der Fall mit den anderen keinen Vergleichswert. In den beiden mit Marasmus kombinierten Fällen endlich wurden Fibulafrakturen angelegt, aber das Tier 22 starb schon 10 Tage, Tier 23 sogar schon 6 Tage später. Beim letzteren Tier waren die Heilungsvorgänge noch so wenig weit gediehen, daß ihre Beschreibung unterbleiben konnte.

Die im Folgenden entworfene Charakteristik des 15tägigen Fibulacallus beim rachitischen Tier stützt sich nur auf die 10 erstgenannten Fälle. Von den anderen soll aber an entsprechender Stelle auch die Rede sein. Bei allen Rachitisfällen verlief die Wundheilung ohne Störung, per primam, welcher Umstand ihren Vergleichswert mit den normalen Fällen erhöht.

Die bei der Obduktion vorgenommene Prüfung des Callus auf seine Festigkeit ergab ein von den normalen Fällen ganz differentes Resultat. Bei diesen hat der Callus die Fragmente in der Hälfte der Fälle schon vollkommen fest vereinigt, in der anderen Hälfte der Fälle war noch eine Spur Beweglichkeit feststellbar. Bei den Rachitistieren fand sich kein Fall, bei dem die Vereinigung schon fest gewesen wäre, stets war der Callus noch beweglich, wenn auch in verschiedenem Grade. In 3 Fällen (9, 12, 13) war die Beweglichkeit deutlich feststellbar, aber nicht sehr erheblich. Alle diese Tiere hatten eine nur leichte Rachitis und, wie das Diagramm XXIV zeigt, gehören die in ihrem Callus erhobenen Osteoidmaße zu den geringsten. In den restlichen 7 Fällen aber waren die Fragmente noch vollständig gegeneinander beweglich, zuweilen in sehr bedeutendem, auffallendem Grade und im Falle 11 wurden sie durch einen schwachen Callus kaum zusammengehalten. Unter diesen Tieren fanden sich nicht nur schwere, sondern auch leichtere Rachitisfälle. Man begegnet oft der Meinung, daß die lange Zeit fortbestehende Beweglichkeit der Fragmente bei Rachitis und Osteomalacie auf mangelhafter Callusproduktion beruhe. Mit Recht

korrigiert Pommer diese Auffassung dahin, daß der Callus sich wohl sehr reichlich bilde, aber wegen des Kalkmangels lange beweglich bleibe. Wir werden auch bei unseren Rachitistieren sehen, daß namentlich der periostale knöcherne Callus übermäßig reichlich gebildet wird.

* * *

Die Corticalis des alten Fibulaschaftes war in allen Fällen aus reifem Knochengewebe aufgebaut, welches (Fig. 7 *b*) in der Regel zum größten Teil gut verkalkt war, sehr häufig aber auf der Endostfläche einen dicken Osteoidsaum aufwies (Fig. 7 *d*, 8 *b*), der zuweilen auch in engen Gefäßkanälen (Fig. 8 *c*) nachweisbar war. Seltener fand sich auf der periostalen Oberfläche außer dem Callusbereiche ein Osteoidbelag (Fig. 7 *c*).

Während normaliter die Corticalis stets kompakt ist, ist dies unter den Rachitistieren nur zweimal zu sehen gewesen (Fall 9, 11). In allen anderen Fällen wies aber die Corticalis eine meist hochgradige Porose auf (Fig. 5 bis 8). Diese kommt durch zahlreiche und große Resorptionsräume zustande, welche sowohl von der Peri- (Fig. 5 *c*, 8 *d*), als auch von der Endostfläche in die Compacta hineinziehen (Fig. 5 *b*, 6 *k*), und diese oft auf lange Strecken hin förmlich aushöhlen (Fig. 5 *b*), so daß das ehemalige kompakte Knochengewebe auf eine oft zartbalkige Spongiosa reduziert erscheint (Fig. 6 unteres, 8 oberes Fragment), und die Gesamtmenge des Knochengewebes recht klein wird. Resorptionsräume finden sich nicht nur im, sondern auch außer dem Callusbereiche, stellenweise können sie sich so sehr häufen, daß die Corticalis, im Schnittbilde wenigstens, wie fragmentiert erscheint.

Die Innenwand der Resorptionsräume pflegt nicht selten (Fig. 5, 6 *d*), namentlich im Callusbereiche, sich in fortschreitendem, regstem Abbau zu befinden und mit zahlreichen Osteoklasten besetzt zu sein; noch häufiger aber ist die Resorptionshöhle wieder mit einem Osteoblastensaum ausgestattet, der sie mit einer ganz oder fast ganz kalklosen Knochenschicht auskleidet (Fig. 6 *l*), oder mit einer zartbalkigen, osteoiden Spongiosa erfüllt (Fig. 8 *f*, *g*). Sonst ist das Innere des Raumes mit einem jungen, an großen, hellen Zellen reichen Bindegewebe erfüllt (Fig. 5 *b*, 6 *k*, 7 *e*, 8 *d*), das Mitosen aufweisen kann und sich gegen das zellige Mark in der großen Markhöhle (Fig. 5 *zM*) ebenso linear scharf begrenzt (Fig. 5 *d*), wie das Knochengewebe selbst.

Sowohl über das Vorkommen und das Bild als auch über die Entstehungsart und Ursache der Perose bei der menschlichen Rachitis gehen die Meinungen der Autoren sehr auseinander.

Vorkommen. Schon Guérin beschreibt unter dem Namen »consomption rachitique« bei chronischer Rachitis älterer Kinder eine hochgradige Osteoporose und auffallende Knochenbrüchigkeit, die er als das Endresultat der Rachitis auffaßt. Auch Schmorl findet manchmal die Porose, namentlich bei schweren, langdauernden, heilenden Rachitisfällen, ferner Pommer und Schmorl bei schlechtem allgemeinem Ernährungszustand. Kassowitz behauptet, Osteoporose komme im Beginne der Rachitis vor. Doch stieß diese Angabe auf den Widerspruch der meisten Autoren. Auch Pommer bestreitet diese Art des Vorkommens, teilt aber mit, die Porose gerade bei geringgradigen Fällen von Rachitis und Osteomalacie gesehen zu haben. Nach Looser und v. Recklinghausen kommt die Knochenatrophie konstant bei Rachitis tarda vor, wo sie in schweren Fällen außerordentlich hochgradig sein kann, und dieses Vorkommnis ist so konstant, daß v. Recklinghausen die Rachitis tarda »porotisch-hypoplastische Malacie« nennt. Für die Osteomalacie ist die Porose jedenfalls sehr charakteristisch, und daher kommt es, daß die durch Porose ausgezeichnete Rachitis tarda in der Literatur oft als infantile Osteomalacie bezeichnet wurde und v. Recklinghausen früher durch starke Porose auffallende Rachitisfälle als eine Kombination von Rachitis mit Osteomalacie ansah. Nach Schmorl kommt aber die Porose nach sehr langer Dauer auch bei der infantilen Rachitis vor und dies ist nach v. Recklinghausen sogar so häufig, daß, wie er angibt, die meisten Rachitisfälle in die Gruppe der von ihm als »porotische Malacie« bezeichneten Rachitisfälle gehören, bei denen die Corticalis großporig und die Markhöhle weit ist. Nach Breus und Kolisko kann die rachitische Osteoporose sogar den Abschluß des Körperwachstums überdauern.

Die Beschreibung des Bildes der Knochenatrophie ist ebenfalls zum Teil verschieden. Breus und Kolisko geben an, die Corticalis sei verdünnt, die Spongiosa rarefiziert. Schmorl findet bei Rachitis tarda die Corticalis dünn, gegen die Markhöhle zu porotisch, mit sehr zahlreichen Osteoklasten in Lacunen, weiten Havers'schen Resorptionsräumen und spindelzelligem, fibrösem Mark. In Looser's Falle von Rachitis tarda war die Corticalisdicke nur auf einen Bruchteil eines Millimeters reduziert, das Knochengewebe enthielt zahlreiche Kittlinien, nur schmale Anlagerungssysteme und die Markräume enthielten Gerüstmark mit einzelnen myelogenen, osteoiden Bälkchen. v. Recklinghausen findet die Markhöhle weit, die Corticalis großporig und in seinem Atlas Tafel VI bildet er mehrere Röhrenknochen eines $2^1/_4$jährigen Kindes mit »porotisch-hypoplastischer Malacie« ab, deren Corticalis, insbesondere die der Fibula, in toto zwar nicht dünn, aber so enorm porotisch erscheint, daß die Markräume beiweitem mehr Raum einnehmen, als die auf dünne Bälkchen reduzierte Tela ossea. Morpurgo endlich findet bei seinen Ratten schon 8 Tage nach der Impfung eine weitgehende, zentrifugal fortschreitende Substitution des Knochengewebes in der Corticalis durch fibröses Mark, wodurch die Compacta zu einer weitmaschigen Spongiosa umgewandelt wird; zugleich aber wird die große Markhöhle durch zentripetale Verdickung der porotischen Corticalis eingeengt oder zum Verschwinden gebracht.

Die Art und Weise, wie die Porose zustandekommt, wird von den Autoren in folgender Weise geschildert. Zunächst sei erwähnt, daß auch in dieser Frage Pommer bahnbrechend gewirkt hat. Er fand bei der unter den verschiedensten Umständen vorkommenden sogenannten »einfachen Knochenatrophie«, daß die Zahl der Lacunen und Osteoklasten nicht vermehrt ist und daher die Porose nicht auf einem gesteigerten Abbau, sondern auf einem unvollständigen Anbau beruhe. Was nun speziell die bei Rachitis vorkommende Porose betrifft, so kommt sie in der gleichen Weise zustande, aber an einer anderen Stelle spricht Pommer von einer zuweilen, aber nicht regelmäßig vorkommenden gesteigerten Resorption. Kassowitz hingegen nimmt ausschließlich gesteigerte Resorption an. M. B. Schmidt bestreitet wieder überhaupt, daß eine Steigerung der Resorption vorliege, da sie histologisch nicht nachweisbar ist. Schmorl ist eigentlich der gleichen Meinung wie Pommer, denn er nimmt an, daß bei der großen Mehrzahl der Rachitisfälle der Abbau nicht pathologisch gesteigert ist, sondern durch mangelhafte Apposition bei normalem Abbau zustande komme; bei der Rachitis tarda jedoch spricht er von sehr zahlreichen Osteoklasten in Lacunen und von weiten Havers'schen Resorptionsräumen. Breus und Kolisko sprechen nur von der Rückständigkeit des Anbaues bei normalem Abbau. v. Recklinghausen endlich läßt die Porose ausschließlich durch gesteigerten Abbau zustandekommen, aber nicht auf dem Wege der lacunären Resorption, sondern auf dem der von ihm so genannten thryptischen Schmelzung.

Was nun endlich die Genese der Osteoporose betrifft, so faßte sie Kassowitz als eine kardinale Eigenschaft der Rachitis auf, ja sogar als den Ausgangspunkt aller weiteren Veränderungen. Doch hat diese Ansicht keine Anhänger mehr. Pommer erklärt die Knochenatrophie zum Teil als die physiologische Osteoporose Schwalbe's, zum Teil als eine pathologische, im Rahmen einer allgemeinen Ernährungsstörung auftretende Atrophie. Auch Schmorl ist der Meinung, daß die Knochenatrophie als die physiologische Osteoporose Schwalbe's aufzufassen ist, die ja für jenes Alter typisch ist, in der gerade Rachitis vorkommt. An eine pathologische Osteoporose denkt er nur bei sehr schweren, sehr langdauernden Fällen mit allgemeinen Ernährungsstörungen. M. B. Schmidt sieht die Porose als sekundär unter dem periostalen Osteophyt entstanden an. v. Rechlinghausen endlich betrachtet die rachitische Porose ausschließlich als pathologisch, da sie jedes physiologische Maß in hohem Grade überschreitet.

Nachdem wir die in der Literatur niedergelegten Ansichten über die rachitische Osteoporose kennen gelernt haben, wenden wir uns der Betrachtung unseres speziellen Untersuchungsobjektes zu. Das Bild der Porose ist schon oben entworfen. Hier sei nur bemerkt, daß sich die Porose nicht nur an der Fibula fand, sondern, wenn auch seltener und weniger intensiv auch an der Rippencorticalis. Wir haben oben gehört, daß namentlich die Rachitis tarda durch Porose ausgezeichnet ist. Vom Standpunkte der menschlichen Rachitis betrachtet, müßten eigentlich alle unsere Fälle in der Tat als Rachitis tarda angesprochen werden, denn es waren lauter bereits halbwüchsige Tiere. Auch waren manche unserer Rachitisfälle

besonders schwer, zum Teil auch alt und wir haben eben gehört, daß gerade bei solchen sich die Porose besonders gern einstellt. Eine Scheidung unserer Fälle in porotische und hyperplastische im Sinne v. Recklinghausen's ist aber nicht durchführbar, denn gar nicht selten sehen wir in der Fibula die porotische, in der Rippe die hyperplastische Form vertreten.

In unseren Fällen sahen wir ausgedehnte Resorptionsräume, in denen nicht selten, namentlich im Callusbereiche, Osteoklasten in vollster Tätigkeit anzutreffen sind. Da im Callusbereiche auch ohne Rachitis Resorption stattfindet, werden wir anzunehmen haben, daß die Porose infolge der Fraktur speziell im Callusbereiche noch gesteigert wurde. Aber wir werden natürlich zugleich annehmen müssen, daß die Osteoporose auch vor der Fraktur schon bestanden hatte, denn sie ist auch außerhalb des Callus vorhanden und fehlt hier in der gebrochenen Fibula der gesunden Tiere völlig. Daß aber, bei der Ratte wenigstens, von der Resorption im Callus abgesehen, ein gesteigerter osteoklastischer Abbau beim Zustandekommen der rachitischen Osteoporose bis zu einem gewissen Grade in Betracht kommt, wird sich nicht von der Hand weisen lassen. In beschränktem Ausmaße geben Pommer und Schmorl die Steigerung der Resorption auch zu, Schmorl speziell für die Rachitis tarda, der ja unsere Rattenrachitis ohnehin in gewissem Sinne nahesteht.

Was nun die Genese der rachitischen Osteoporose bei der Ratte betrifft, so werden wir sie unbedingt für pathologisch halten müssen, denn sie ist sehr hochgradig, ist bei gleichaltrigen normalen Tieren nicht einmal in geringem Grade vorhanden. Von einer physiologischen Osteoporose ist somit, zumindest in jener Altersstufe, die in unserem Materiale vertreten war, keine Rede. Auch aus Inaktivität können wir die Porose nicht erklären, denn die Tiere benützen schon am Tage nach der Fraktur das Bein mit der gebrochenen Fibula ebenso gut wie das andere und dann fehlte ja die Porose bei den normalen Kontrolltieren. Ebensowenig können wir die Porose auf einen schlechten allgemeinen Ernährungszustand zurückführen, denn unsere Tiere waren, von den zwei marantischen abgesehen, durchwegs sehr wohl genährt und kräftig. Den modernen Erfahrungen entsprechend werden wir ferner bei einer Skeletterkrankung eines Tieres, bei der Porose vorkommt, stets auch an die pseudorachitische Osteoporose Stoeltzner's zu denken haben. Aber auch diese können wir schon nach den im ersten Abschnitt niedergelegten Befunden an den Rippen und der oft enormen, nur bei Rachitis und Osteomalacie vorkommenden Vermehrung des Osteoids ausschließen.

Neben dem bis zu einem gewissen Grade gesteigerten osteoklastischen Abbau werden wir beim Zustandekommen der rachitischen Osteoporose auch eine Hemmung des Anbaues in Betracht ziehen, die Looser mit zu den spezifisch-rachitischen Hemmungserscheinungen rechnet. Da aber im floriden Stadium die periostale und myelogene Knochenapposition im Gegenteil sehr gesteigert sein kann, werden wir auch daran zu denken haben, daß das osteoblastische Gewebe nur im Spätstadium der Rachitis erschöpft, insuffizient ist, etwa so ähnlich, wie sich an einen Basedow ein Myxoedem anschließen kann. Die im floriden Stadium zu verzeichnende Mehrleistung der Knochenapposition, auf deren Ursache wir weiter unten zurückkommen werden, steht zwar gegen die im Verlaufe der ganzen späteren Wachstumsperiode zu leistenden normalen Knochenapposition weit zurück, aber man darf doch von Mehrleistung sprechen, wenn man berücksichtigt, daß unter normalen Umständen in der gleichen Zeit beträchtig weniger geleistet worden wäre.

Wir werden somit beim Zustandekommen der Porose neben der spezifischen Hemmung auch noch an eine rachitische, also pathologische Erschöpfung des Regenerationsvermögens des osteoblastischen Gewebes umso eher reden dürfen, als wir auch eine physiologische, nämlich die senile, annehmen müssen, die sich sowohl in der senilen Osteoporose als auch in der mangelhaften Callusbildung des Greisenalters dokumentiert.

Die bei den normalen Fällen erwähnte Nekrose der alten Corticalis am Frakturende fand sich aus der gleichen, dort angegebenen Ursache auch bei Rachitis konstant. Sie fehlte nur im Falle 12 an einem der Fragmentenden wegen vorgeschrittener lacunärer Resorption desselben.

Die Markhöhle des Fibulaschaftes wurde bei Rachitis verhältnismäßig viel häufiger durchwegs offen gefunden als in normalen Fällen und im Gegensatz zu diesen niemals durchwegs fehlend, dagegen mehrmals partiell fehlend im oberen, unteren oder mittleren Abschnitt.

Von der oben beschriebenen, präexistenten Porose der Corticalis abgesehen, findet man, wie schon ebenfalls erwähnt, bei Rachitis wie bei den normalen Fällen, ausnahmslos lacunären Abbau der Bruchenden der Corticalis, der durchschnittlich intensiver ist als normal, was schon darum begreiflich ist, weil die Osteoklasten mit dem schon von früher her porotischen Knochen, an dem sie so viele Angriffspunkte finden, leichtes Spiel haben. Daher kommt es, daß man bei Rachitis kaum je noch die unversehrte Bruchfläche findet, deren Einkeilung in eine Knorpelmasse gar nie vorkommt, daß die nekrotischen Bruchenden durch fortgeschrittenen Abbau zuweilen vom übrigen Schaft abgetrennt sind und in verschobener Lage sich finden oder durch schon weit gediehene lacunäre Abtragung fast ganz beseitigt sind, so daß die nunmehrigen, in der kompliziertesten Weise benagten Fragmentenden (Fig. 5 bis 8) oft sehr weit auseinanderstehen können (Fig. 5, 6). Diese Entfernung betrug, wo sie gemessen wurde, 0·8 bis 1·2 *mm*. Der lacunäre Abbau der Fragmentenden weist, im Vergleich mit den normalen Fällen, ein vorgeschrittenes Stadium auf, was im Gegensatz steht zu den meisten anderen Vorgängen bei der Frakturheilung, die, wie wir noch hören werden, bei Rachitis sehr rückständig zu sein pflegt.

Die Stellung der Fragmente war nur in manchen Fällen so tadellos wie in Fig. 5, wenn aber trotzdem in dieser Figur der Callus auf der rechten Seite nicht eben so stark entwickelt ist wie auf der linken, so hat das darin seinen Grund, daß rechterseits jene Fibulafläche liegt, von der wir schon gehört haben, daß sie in der Callusproduktion sich im Rückstand zu befinden pflegt. — In anderen Fällen standen die Fragmente parallel, aber seitlich zueinander verschoben und dann sieht man das typische Verhalten des Callus, der, wie in Fig. 6, am oberen Fragment rechts stark, links schwach entwickelt ist. am unteren umgekehrt. Die fehlerhafte Stellung konnte auch darin bestehen, daß die Fragmente winkelig zueinander standen oder es kombinierte sich die seitlich verschobene mit der winkeligen Stellung, wie in Fig. 7 und 8.

Wurden bei einem Tier gleichzeitig an beiden Fibulae Frakturen angelegt, so wurden auf der einen Seite die Fragmente gut, auf der anderen absichtlich schlecht adaptiert, doch das angestrebte Ziel nur manchmal erreicht, andere Male fiel das Resultat im entgegengesetzten Sinne aus.

* * *

Das Knochenmark in der großen Markhöhle war viel öfter als in den normalen Fällen rein zellig (Fig. 5*zM*, 7*f*, 8*h*) und seltener mit Fettzellen untermischt (Fig. 6*h*). Trotz der erheblichen Schnittdicke konnte festgestellt werden, daß unter den Markzellen solche mit großen hellen, einfachen, gelappten oder gelochten Kernen typischerweise zahreicher waren als solche mit kleinen, dunklen runden Kernen, welch letztere zuweilen gruppiert standen. Nur ausnahmsweise waren beide gleich zahlreich. In einem Teil der großen Zellen konnte unter günstigen Umständen eine eosinophile Protoplasmagranulierung gesehen werden. Riesenzellen. (Fig. 8*RZ*) waren zumeist mäßig zahlreich und gut entwickelt, selten etwas spärlich oder verkleinert, mit dunklem Kern und Protoplasma.

Wie in den normalen Fällen, so war auch bei den rachitischen die Markhöhle im Frakturbereiche konstant nicht mehr durch zelliges, sondern durch junges fibröses Mark erfüllt (Fig. 5*e*, 6*m*, 7, 8*i*), und dies war bald auf eine kurze (Fig. 5, 6), bald auf eine lange Strecke (Fig. 7, 8) der Fall. Das Bindegewebe war nur mäßig vascularisiert, wies viele große, helle, ovale Bindegewebszellen auf, die zuweilen in Mitose standen. In einem Falle war es von hämatogenem Pigment stark braun gefärbt.

Während in den normalen Fällen der enostale Callus niemals fehlte, stets sehr dürftig entwickelt war und zumeist nur in einem dünnen Belag auf der lacunären Abbaufläche bestand, herrschte in den Rachitisfällen eine viel größere Mannigfaltigkeit. Es gab Fälle, in denen trotz vorhandener Markhöhle ein enostaler Callus ganz fehlte (Fig. 6*m*), und solche, in denen er in einem so hohen Grade entwickelt

war, wie dies bei normalen Fällen nie vorkam (Fig. 7, 8*k*). Dazwischen gab es alle Übergänge von mäßiger zu geringfügiger Entwicklung.

Der enostale Callus wies nicht selten gut entwickelte, in fibrösem Mark liegende, von kräftigen Osteoblasten umsäumte Balken auf, welche, namentlich bei Verschiebung der Fragmente mit den Bälkchen des periostalen Callus in Verbindung standen oder in den intermediären, fibrösen Callus hineinragten und teils aus reifem, teils aus unreifem Knochengewebe aufgebaut waren.

* * *

Sehr auffallend pathologisch verhält sich bei den Rachitisfällen der Knorpelcallus. Dieser war in den normalen Fällen stets in Form einer dicken, in der Äquatorialebene gelegenen, kontinuierlichen Scheibe ausgebildet, welche zwischen den dies- und jenseitigen Callus als elastischer Polster eingeschoben und an der oberen und unteren Fläche ausnahmslos in enchondraler Ossifikation begriffen war. Diese wieder war in einzelnen Fällen schon so weit gediehen, daß der Knorpel auf einen geringen Rest reduziert war, aber nach der Ausdehnung des enchondralen Callus konnte noch erkannt werden, von welcher bedeutenden Größe der Knorpelcallus ehedem war. Ganz anders ist das Verhalten bei Rachitis. Der Knorpelcallus liegt in auffallend geringer Menge vor, und zwar nicht deshalb, weil seine Überführung in Knochen so weit vorgeschritten ist (diese fehlt sogar sehr oft ganz), sondern deshalb, weil er in geringer Menge gebildet wurde. Nur in unserem leichtesten Rachitisfalle 9 war der Knorpelcallus so gut entwickelt wie normal, in den ebenfalls noch geringgradigen Fällen 13, 15 erinnerte er noch etwas an das normale Verhalten und fehlte fast in keinem Schnitt der Serie. In den übrigen Fällen reichte aber die Knorpelmenge nicht im entferntesten an die normalen Fälle heran, wenn auch Schwankungen von mäßiger bis zu äußerst dürftiger Entwicklung zu verzeichnen waren, und dies betraf schwere und leichte Fälle. In dem geringfügigen Rachitisfalle 11 zum Beispiel fehlte der Knorpel in den meisten Schnitten der Serie ganz.

Diese Rückständigkeit in der Entwicklung des Knorpelcallus bei Rachitis mag zum Teil in der verringerten Reibung der Fragmente ihren Grund haben. Wenn wir uns unsere Figuren auf die Knorpelmenge hin besehen, so finden wir sie in Fig. 8 (*l*,*m*) für die Rachitis noch relativ gut entwickelt, in Fig. 7 (*l*, *l*) schon gering entwickelt, in Fig. 6 (*a*) und 5 (*KC*) endlich sehr dürftig.

Außerordentlich mannigfaltig war die Lage und Verteilung des Knorpelgewebes im Callus, was ebenfalls gegen das stets gleichartige Verhalten der normalen Fälle absticht. Nur selten liegt der Knorpel in einem einzigen, scheibenförmigen, äquatorialen Stücke vor. — Im rechtsseitigen Fibulacallus des Falles 16 fand sich der Knorpel außer einigen unbedeutenden Inseln in einem großen Stücke vor, das nicht die ganze Äquatorialebene einnahm, sondern wegen winkeliger Stellung der Fragmente nur auf einer Seite, der konkaven, lag, so aufs deutlichste als elastischer Polster dort zwischen die Bruchenden und die beiderseitigen knöchernen Callusmassen eingeschoben, wo die stärkste Reibung besteht. — Waren aber die Fragmente seitlich verschoben, so lag der Knorpel in 2 Stücken vor, die, wie Fig. 8 (*l*) aufs klarste zeigt wischen das Fragmentende der einen und den knöchernen Callus der anderen Seite eingelagert ist.

Die Gegend der Äquatorialebene ist auch bei Rachitis für den Knorpelcallus die eigentliche Fundstätte (Fig. 5 bis 8), wo er oft die äußere Peripherie des Gesamtcallus bevorzugt (Fig. 5*KC*), und dabei bald noch direkt vom Periost bedeckt wird (Fig. 8*l*, *m*), bald von einer Knochenschicht überlagert ist, die das Periost hervorgebracht hat (Fig. 5*KC*, links). — Ferner findet sich der Knorpel oft gerade am äußersten Bruchende, der alten Schaftoberfläche aufs engste seitlich angelagert (Fig. 6*a* oben), dann wieder im periostalen knöchernen Callus als Verbindung zwischen seinem dies- und jenseitigen Teil (Fig. 5*KC* links), und bei dieser engen Beziehung des knöchernen und knorpeligen Callus findet man oft Knorpelinseln rings in Knochengewebe eingeschlossen. In solchen Fällen, in denen der Knorpel die Verbindung zwischen dem dies- und jenseitigen knöchernen Callus herstellt, haben wir ihn uns nicht als äquatoriale Scheibe vorzustellen, sondern als zartes Netz (Fig. 4*k* + *K*), das sich von einer Seite (Fig. 4*pkC*) zur anderen spinnt, wie man sich an Tangentialschnitten durch den Callus überzeugen kann, die am Anfang und Ende der Serie vorliegen. In vielen Fällen aber bildet der Knorpel überhaupt keine ein-

heitliche Masse mehr, sondern liegt, wie man sich an der Hand der Schnittserie überzeugen kann, in Form multipler, oft nur spärlicher diskontinuierlicher und oft recht kleiner Inseln vor. Dies war der Fall bei den in Fig. 6 bis 8 wiedergegebenen Tieren 16 bis 18.

Die Knorpelzellen sind in der Regel groß, rundlich polygonal (Fig. $4k+K$), $k-K$), stehen dicht, aber nirgends in Säulenanordnung, ihr Kern ist groß und rund, zuweilen in Mitose, nur ausnahmsweise infolge regressiver Metamorphose klein, dunkel und zackig. Die Zellen sind blau, am dunkelsten ihre Kapseln, am hellsten das Protoplasma, das an regressiv veränderten Stellen zackig geschrumpft ist. An solchen Stellen pflegt die Grundsubstand zuweilen fädig aufgefasert zu sein. Die Ursache der regressiven Knorpelveränderung ist nicht Quetschung durch das Fragmentende, das niemals in Knorpelgewebe eingespießt ist. Sonst ist die Grundsubstanz homogen, spärlich, rot- oder blauviolett, selten mehr rein blau oder rein rot und stets ganz gefäßlos.

Die Grundsubstanz kann kalklos (Fig. $4k-K$) oder kalkhaltig sein (Fig. $4k+K$) und letzteres ist partiell, wenn auch oft nur in sehr geringem Ausmaße, in jedem Falle zu sehen, mit Ausnahme des schwersten Rachitisfalles 19 (Fig. 9). Doch besteht in der Knorpelverkalkung ein großer Unterschied gegenüber den normalen Fällen. Bei diesen war die Kalkaufnahme stets nur gegen den oberen und unteren Knorpelrand zu sehen, wo die Ossifikationslinie lag, und die Kalkaufnahme war daran zu erkennen, daß die Grundsubstanz ganz langsam, ohne irgend eine scharfe Grenze, sich immer stärker und reiner blau färbte. Bei den Rachitisfällen war die Anordnung der Verkalkung nach so klaren Prinzipien nicht zu erkennen und ihre Ausdehnung zumeist gering. In manchen Fällen war die Knorpelverkalkung überhaupt nur selten auzutreffen, nur in unserem leichtesten Rachitisfalle 9 war sie ansehnlich. In Fällen, wo die Knorpelverkalkung nur ausnahmsweise anzutreffen war, fand sie sich namentlich da, wo eine Knorpelinsel von kalkhaltigem Knochengewebe eingeschlossen ist oder in solches übergeht.

In ganz analoger Weise wie in den Rippen der schwersten Rachitisfälle sieht man ferner, daß bei Rachitis auch im Knorpelcallus die Verkalkungsstellen infolge der scharfen Kalkgrenze klarer hervortreten als in den normalen Fällen. So sieht man schon bei schwacher Vergrößerung an den Stellen der Verkalkung ein zartes, interzelluläres Netz von dunkel- und schmutzig-violetter oder fast schwarz-blauer Farbe (Fig. $4k+K$), in dessen Maschen je eine Knorpelzelle liegt. Bei starker Vergrößerung erkennt man, daß dieses Netz durch Konfluenz von Kalkkrümeln entsteht, was der Kalkgrenze eine zackige Form verleiht. Insbesondere in solchen Fällen, wo die in die interzelluläre Grundsubstanz abgelagerten Kalkkrümel noch nirgends zu vollständigen Netzen konfluiert sind (Fall 14, 17), kann man den ersten Beginn der Knorpelverkalkung genau verfolgen. Auch in besser verkalkten Fällen kann man solchen Bildern begegnen (Fig. $4a$). Die Knorpelkapsel selbst kann einmal aufs deutlichste von der Verkalkung frei bleiben (Fall 9), ein andermal gerade elektiv Sitz der Verkalkung sein (Fall 10). In den verkalkten Teilen (Fig. $4k+K$) können die Knorpelzellen größer und heller sein als in den kalklosen (Fig. $4k-K$).

* * *

An der enchondralen Ossifikation ist die erhebliche Rückständigkeit der Frakturheilung bei Rachitis ganz besonders deutlich zu erkennen. Bei den normalen Fällen war dieser Vorgang stets in regstem Gange und manchmal sogar schon so weit gediehen, daß der so stark entwickelte Knorpelcallus schon zum größten Teil oder sogar bis auf geringe Reste in Knochen überführt ist. Bei den Rachitisfällen jedoch fehlt etwa in der Hälfte der Fälle jegliche enchondrale Ossifikation völlig. Fast ebenso häufig liegt der Prozeß nur in seinen ersten Anfängen vor, indem an ganz vereinzelten Stellen oder auch nur an einer einzigen Stelle ein Gefäß etliche Kapseln des verkalkten Knorpels aufgebrochen hat, ohne daß diesem vasculären Abbaue irgendwo die Ausbildung eines Knochenanwurfes gefolgt wäre, so daß auch jetzt noch kein enchondraler Callus besteht. Nur in den beiden geringgradigen Rachitisfällen 9 und 13 kann im vollen Sinne von enchondraler Ossifikation die Rede sein, wiewohl selbst da nicht annähernd in der Ausdehnung, wie in normalen Fällen. Beide Male, namentlich im Falle 13, sah man viele

aufgebrochene Kapseln, die mit gefäßhaltigem Bindegewebe erfüllt waren, ein Knochenanwurf war im Falle 9 nur hie und da vorhanden, im Falle 13 schon recht oft zu finden, die enchondralen Bälkchen mit dem verkalkten zentralen Knorpeleinschluß waren im Falle 9 nur vereinzelt zu finden, im Falle 13 aber so zahlreich, daß man schon von einem richtigen enchondralen Callus sprechen kann, was eben nur bei diesem einen Rachitistiere der Fall war.

Diese ungemein auffallende Rückständigkeit der enchondralen Ossifikation im Knorpelcallus rachitischer Tiere ist ein Analogon der gehemmten enchondralen Ossifikation, wie wir sie in der Rippe kennen gelernt haben und gehört auf das nicht geringe Konto rachitischer Hemmungserscheinungen überhaupt. Interessanterweise hat die gleiche Verspätung in der Umformung des Knorpelcallus zu Knochencallus Canal nach Ek.-Exstirpation gefunden, und Morel hat diese Angabe für das junge Tier bestätigt; auch ich habe seinerzeit am 24tägigen Callus eines normalen Tieres die enchondrale Ossifikation fast völlig abgeschlossen gefunden, während im gleich alten Callus desselben Tieres nach der Ek.-Exstirpation der Knorpel von der enchondralen Ossifikation noch gar nicht berührt wurde. Dieses gleiche Verhalten bei der spontan rachitischen und parathyreoidektomierten Ratte erscheint für uns darum von Interesse, weil wir (siehe unten) bei der spontanen Rachitis eine relative Insuffizienz der Ek. annehmen, die zur Hyperplasie und Hypertrophie derselben führt.

Der enchondrale Callus von spongiösem Aufbau mit jungem Bindegewebe in den Markräumen, reichte stellenweise bis ans Periost, erstreckte sich sogar von dem Frakturende den Schaft entlang ein Stück weit weg von der Äquatorialebene, so die ehemalige Ausdehnung des Knorpelcallus verratend. Das Knochengewebe des enchondralen Callus war meist kalklos.

Der schon im Callus der normalen Tiere geschilderte und gedeutete allmähliche Übergang von Knorpel- zu Knochengewebe fand sich in der ganz gleichen Art auch bei den Rachitistieren in jedem Falle, manchmal sogar sehr oft (Fig. 4 *c*). Der Übergang geschah sowohl in kalkloses als auch in kalkhaltiges Knochengewebe, und im letzteren Falle war es von Interesse zu beobachten, wie die rein- und dunkel-, fast schwarzblaue Farbe der noch isoliert stehenden Kalkkörner und -krümel in dem Maße als wir von der Grundsubstanz des Knorpels in die des Knochens übergehen, zu einer rot-violetten wird. Dies sind auch die Farben des kalkhaltigen Knorpels und Knochens überhaupt bei mit Hämalaun-Eosin gefärbtem Müller-Material.

Auch allmählicher Übergang von Knorpel- zu Bindegewebe konnte regelmäßig nachgewiesen werden, was bei den normalen Fällen nicht der Fall war, denn bei diesen war das Knorpelgewebe auf der ganzen Linie schon in enchondraler Ossifikation begriffen, bei jenen stets erst noch im Stadium der Knorpelproduktion.

* * *

Der periostale knöcherne Callus bietet bei den Rachitistieren gegenüber den normalen sehr bedeutende Verschiedenheiten. Die Gesamtmasse des knöchernen Callus überschreitet häufig, wenn auch nicht immer, das Normalmaß sehr bedeutend, wovon wir uns überzeugen, wenn wir Fig. 1 mit Fig. 8 vergleichen. Dies kann nicht nur bei schweren, sondern auch bei leichten Rachitisfällen vorkommen und hat seinen Grund, ebenso wie die mächtige Entwicklung der sekundären Spongiosa in den rachitischen Rippen, darin, daß der Kalkgehalt des knöchernen Callus pathologisch gering ist und der Knochen nach dem schon von Schmorl geäußerten Prinzipe an Masse das zu ersetzen trachtet, was ihm an Festigkeit abgeht. Die große Knochenmenge bildet nicht nur oft eine ansehnlich dicke Hülle um den alten Schaft (Fig. 8 *p*), sondern kann auch den oft großen Raum zwischen den resorbierten Frakturenden ganz ausfüllen (Fig. 5 *i*). Doch gibt es auch Rachitisfälle mit gering entwickeltem knöchernen Callus, dies waren aber stets leichtere Fälle.

Die Grenzen des knöchernen Callus sind die gleichen wie bei den normalen Fällen, nur fehlt gegen die Äquatorialebene hin das Angrenzen an den enchondralen Callus, da letzterer bei den Rachitistieren mit Ausnahme eines Falles (13) überhaupt noch nicht zur Ausbildung gelangt ist.

Die verschiedene Ausbildung des Callus je nach der verschiedenen Stellung der Fragmente wurde, als von dieser bei der Corticalis die Rede war, schon abgehandelt.

Das die Balken aufbauende Knochengewebe ist zum Teil von geflechtartigem, zum Teil von mehr oder weniger reifem Typus. Der erstere, vom primitiven Callus stammende, fehlte niemals, nahm stets den zentralen, verkalkten Balkenteil ein, war bald an Menge gering, bald überwiegend vertreten und besonders an der schon bei den normalen Fällen angegebenen typischen Stelle zu finden. Die Hauptfundstätte des reifen Knochengewebes war wieder der pathologisch breite, kalklose Saum der Balken.

Die Knochenbalken setzen mit wenigen Ausnahmen eine ungemein dichte, völlig ungegliederte, gleichförmige, nirgends klare Stützstruktur verratende Spongiosa zusammen (Fig. 6 *b* bis *e*, Fig. 7 *m* bis *p*, Fig. 8 *p*), die sogar so dicht sein kann, daß sie eher den Namen einer Compacta verdient (Fig. 8 *p* rechts unten). Die Markräume (Fig. 7 *q*, 8 *r*) sind schmäler als die Balken, oft auf enge Gefäßkanäle reduziert und enthalten außer dem nicht weiten Gefäß und dem an großen, hellen Zellen reichen Bindegewebe nur noch Osteoblasten, die an Zahl und Größe sehr verschieden waren. Von irgend einer Gliederung, einem Umbau, von Kittlinien und der sekundären Aushöhlung des Callus, wie sie in normalen Fällen als konstant geschildert wurde, ist noch nichts zu sehen. Der periostale knöcherne Callus muß somit, von seiner bedeutenden Menge abgesehen, in der Entwicklung als bedeutend rückständig bezeichnet werden, wozu auch noch die enorme Kalkarmut (Fig. 6 bis 8) paßt, von der unten genauer die Rede ist. Nur im geringgradigen Rachitisfalle 13, der schon durch die Ausbildung eines enchondralen Callus eine gewisse Annäherung an das normale Verhalten verriet, fanden sich im knöchernen Callus auch Kittlinien, die Balken waren, wie übrigens auch im leichten Rachitisfalle 12 (Fig. 5) etwas schmäler, nicht breiter als die Markräume und besser verkalkt.

Nebenbei bemerkt können schmale Balken und breite Markräume, wie dies in den Fällen 14 und 12 (Fig. 5 *i*) zu sehen ist, darin ihren Grund haben, daß an einer solchen Stelle der Callus viel jünger ist als an anderen Stellen. So konnte der knöcherne Callus bei *kC* in Fig. 5 sich vom Tage der Fraktur an entwickeln und ist alt, bei *i* jedoch mußte vorerst das Frakturende abgebaut werden und dann erst konnte sich der Callus etablieren, der also darum erst jung ist.

Die Vereinigung des dies- und jenseitigen knöchernen Callus war bei den normalen Fällen im vorliegenden Stadium hauptsächlich durch den enchondralen und Knorpelcallus gegeben, über die hinweg nur in einigen Fällen bereits eine partielle knöcherne Vereinigung erfolgt ist. Der fibröse Callus spielte aber als Bindeglied nur eine ganz geringe Rolle und darum waren die Fragmente in der Hälfte der Fälle schon ganz fest vereinigt, in der anderen Hälfte war nur noch eine Spur von Beweglichkeit nachweisbar. Bei den Rachitisfällen jedoch begegnen wir den extremsten Verschiedenheiten. Zunächst spielt der Knorpel, weil er nur gering entwickelt ist, als Bindeglied eine untergeordnete Rolle; Fig. 8 (*l*) zeigt eine partielle knorpelige Vereinigung. Der enchondrale Callus kommt aber, weil er so gut wie immer fehlt, gar nicht in Betracht. Eine umso größere Bedeutung hat aber der fibröse Callus mit seinen zahlreichen, großen, hellen, ovalen Zellen, deren Kerne sich zuweilen in Mitose befinden. Dieses junge, oft in erheblicher Menge vorliegende Bindegewebe, welches den fast 1 *mm* großen Zwischenraum zwischen den abgebauten Frakturenden ausfüllen kann, übernimmt in manchem Falle die Vereinigung der Fragmente zum Teil und etwa in der Hälfte der Fälle vollständig oder fast vollständig (Fig. 6 *f*, 8 *o*, *n*, 9 *BC*). Eine knöcherne Vereinigung der Fragmente endlich ist fleckweise fast nur in leichten Rachitisfällen zu finden, unter denen es aber, wenn auch selten, solche gibt, wo die Verbindung bereits durchwegs knöchern ist (Fig. 5 *g*, *i*). Da aber dieser knöcherne Callus ungenügend, zum Teil gar nicht verkalkt ist, ist selbst in solchen Fällen die Beweglichkeit der Fragmente nicht aufgehoben.

So wie in bezug auf die Rückständigkeit der enchondralen Ossifikation, so ist auch in bezug auf die Rückständigkeit in der Entwicklung des periostalen Callus eine weitgehende Ähnlichkeit zwischen der spontan rachitischen und der parathyreoidektomierten Ratte zu konstatieren. So fand ich seinerzeit bei letzterer im periostalen Callus noch keinen Umbau, so daß er zur Hälfte aus geflechtartigen Knochen bestand, während im gleichalten Callus desselben Tieres aus der Zeit vor der Ek.-Exstirpation der Umbau

schon so weit vorgeschritten war, daß der geflechtartige Knochen auf ein Minimum reduziert war; ferner war der parathyreoiprive Callus viel gröberbalkig und die Verbindung beider Callusteile noch knorpelig-fibrös, im Gegensatz zur bereits knöchernen des gleichalten Callus aus der Zeit vor der Parathyreoidektomie.

* * *

Das Periost, welches, wie in normalen Fällen, in der Äquatorialebene besonders verdickt zu sein pflegt, ist auch die Quelle für den eben geschilderten, in der Äquatorialebene gelegenen, bei den Rachitisfällen eine so wichtige Rolle spielenden fibrösen, gefäßarmen Callus, der zuweilen jedes Bruchende für sich einhüllt und dann beide vereinigt und durch die nachweisbaren Mitosen seine noch fortschreitende Entwicklung anzeigt.

Die Knochensplitter spielen bei den Rachitisfällen lange keine so große Rolle als bei den normalen. Im Gegensatz zu diesen fehlten sie manchmal ganz, und wo sie vorhanden waren, waren sie fast immer spärlich, oft auch nur klein. Der Grund dafür könnte zum Teil darin gesucht werden, daß der rachitische Knochen dem Instrumente weniger Widerstand entgegenstellte und bei der Durchtrennung weniger splitterte, zum Teil aber darin, daß die Splitter der von Haus aus meist porotischen Corticalis kleiner, weniger kompakt waren, dem Abbaue mehr Angriffspunkte darboten und darum zur Zeit der Untersuchung schon vielfach resorbiert waren. Sie lagen nur ein einziges Mal im Knorpelcallus, der ja bei Rachitis soviel geringer entwickelt ist, schon öfter im periostalen, knöchernen und fibrösen Callus, an letzterer Stelle, wie in den normalen Fällen, von geringer Größe und ohne Riesenzellen. Am häufigsten fanden sie sich im Periost, wo sie zum Teil reaktionslos in junges Bindegewebe eingeheilt und nur zum Teil von Riesenzellen umlagert waren. Diese fehlten in normalen Fällen fast niemals, bei Rachitis waren sie überhaupt nur in drei Fällen nachweisbar.

* * *

Bevor wir zur Besprechung des Osteoids übergehen, wollen wir noch kurz auf jene Fälle zu sprechen kommen, die wir in der Besprechung bisher nicht berücksichtigt haben. Im Falle 19 lag uns eine künstlich hergestellte Fraktur nur an der Rippe vor, die allerdings ebenfalls 15 Tage der Heilung überlassen wurde. Wie die Fig. 9 zeigt, hat der Callus auch dieser Lokalisation die rachitischen Eigenschaften der bisher besprochenen, die sehr geringe Menge von Knorpelcallus (K_1), der sich in den ersten Anfängen vasculären Abbaues befindet; die ausschließlich fibröse Vereinigung beider Fragmente (BC) und die sehr bedeutende Entwicklung des fibrösen Callus; die sehr bedeutende Menge und ungegliederte Struktur des periostalen knöchernen Callus (C_1 C_2), der auf der konkaven Seite der winkeligen Fraktur bedeutend stärker entwickelt ist, als auf der konvexen (vergl. C_2 rechts und links); endlich die absolute Kalklosigkeit des knöchernen Callus dieses schwersten Rachitisfalles, worin dieser alle übrigen übertrifft, denn sonst fand sich doch immer, wenn auch oft nur recht wenig, Kalkablagerung vor.

Ein anderer für sich zu besprechender Fall ist das Tier 21, dessen 45tägigen Callus wir zuerst mit dem 15tägigen der anderen Tiere vergleichen wollen. Der viel längeren Dauer entsprechend war die Heilung schon sehr fortgeschritten. So war, im rechtsseitigen Callus wenigstens, aller Knorpel durch die enchondrale Ossifikation aufgebraucht und der enchondrale Callus war ringsherum vom periostalen knöchernen Callus eingeschlossen, der ihn auch vom Periost abdrängte. Die Vereinigung beider Fragmente war durchaus knöchern und durch den periostalen knöchernen Callus vermittelt, der nicht nur die Bruchenden umlagerte, sondern auch den großen Zwischenraum zwischen diesen ausfüllte und durch die Anwesenheit von Kittlinien im rechtsseitigen Callus seinen vorgeschrittenen Umbau verriet. Demzufolge war der Bau gegen die früheren Stadien vereinfacht.

Vergleichen wir nun in dem Falle den Callus beider Seiten untereinander, welcher beide Male 45 Tage alt war, von denen aber der rechte 75 Tage vor dem linken angelegt wurde. Es gelingt leicht zu zeigen, daß in dieser Zeit die Rachitis vorgeschritten ist, denn der spätere Callus ist gegen den früheren typisch rachitisch rückständig. Im linksseitigen Callus war der Knorpel zum Teil noch erhalten, im

rechtsseitigen war er durch die enchondrale Ossifikation schon ganz aufgebraucht. Der Knochenanwurf im enchondralen Callus war rechterseits meist kalkhaltig mit kalklosem Saum, ausnahmsweise ganz kalklos, linkerseits zumeist ganz kalklos. Im periostalen knöchernen Callus gab es rechterseits nirgends mehr ganz kalklose Balken, linkerseits waren in den zentralen Callusteilen, zwischen den beiden Frakturenden, die Knochenbälkchen eigentlich ganz kalklos, so ähnlich wie das im Falle 12, Fig. 5*i*, zu sehen ist. Die Ursache für dieses Verhalten ist zweifach. Der zentrale Callusteil ist kalklos, weil er jünger ist als der periphere. Er konnte nämlich erst dann gebildet werden, als die früher an gleicher Stelle gelegenen Frakturenden abgebaut waren; ferner tritt das Calluszentrum in bezug auf den Kalkgehalt gegen die Callusperipherie darum zurück, weil letztere statisch viel wichtiger ist und, wie wir schon wissen, die statische Beanspruchung die Kalkablagerung fördert. Der linksseitige Callus ist fernerhin gegen den rechtsseitigen rückständig, weil die Übergangszone an der Kalkgrenze pathologisch verbreitert und grobkörnig war, rechts wohl auch pathologisch breit, aber feinkörnig. Die durchschnittliche Breite des Osteoids betrug links 27·9, rechts nur 22·9 μ. Die auf stattgehabten Umbau hindeutenden Kittlinien waren rechts vorhanden und fehlten links. Der Abbau der nekrotischen Frakturenden war rechts vorgeschrittener als links. Alles das deutet darauf hin, daß die Rachitis im Verlaufe der 75 Tage fortgeschritten ist.

Der Vorzug, den bei der Beurteilung des Kalkstoffwechsels der frisch angelegte Callus gegenüber dem rachitischen Zahn- und Rippenbilde aufweist, ist schon in der Einleitung zum Callusabschnitte gewürdigt worden. Wir haben dort gehört, daß die Rachitis eine Folge der Kalkstoffwechselstörung ist, daß es aber geraume, durch verschiedene Umstände modifizierbare Zeit dauert, bis die Kalkstörung auch ihrem Grade nach im Rippenbilde voll zum Ausdruck kommt, was aber für den Callus nicht gilt, so daß zwischen Rippen- und Callusbild nicht immer Harmonie bestehen muß.

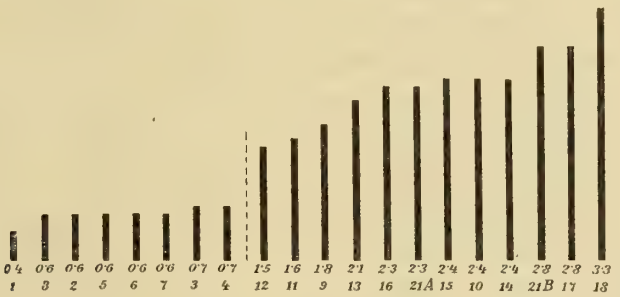
Am Falle 21 haben wir ein Beispiel für dieses Verhalten. Als das Tier getötet und damit die Heilung der linksseitigen Fraktur abgebrochen wurde, bestand ausgesprochene Rachitis, die Nagezähne waren opak, es bestanden spontane Rippenfrakturen und ein Rosenkranz, dessen histologische Untersuchung hochgradige rachitische Veränderungen ergab und so war es klar, daß auch der Callus der absichtlich angelegten linksseitigen Fibulafraktur rachitische Stigmata aufweisen muß, die in der erheblich pathologischen Osteoidbreite von 27·9 μ ihren Ausdruck findet. Als aber drei Monate früher der Versuch damit begann, daß dem Tier rechterseits die Fibula frakturiert und eine Rippe reseziert wurde, da hatte in vivo noch kein Anzeichen dafür bestanden, daß das Tier rachitisch sei, denn die Nagezähne waren von ganz normaler Transparenz und die histologische Untersuchung der resezierten Rippe ergab so geringfügige Veränderungen, daß aus ihnen allein auf eine irgendwie namhafte Kalkstörung noch nicht hätte geschlossen werden dürfen. Es war in dieser Rippe die durchschnittliche Osteoidbreite wohl schon pathologisch vermehrt, gehörte aber im Vergleich mit anderen Rachitisfällen zu den geringsten der ganzen Reihe. Umso überraschender war es, daß der Callus der um dieselbe Zeit angelegten Fraktur schon sehr ausgesprochene rachitische Eigenschaften hatte und mit der durchschnittlichen Osteoiddicke von 22·9 μ eigentlich schon zu den erheblich rachitischen zählt. Freilich muß inzwischen, um die Zeit, als die Heilung dieses Callus unterbrochen wurde, die Kalkstörung auch im übrigen Skelett schon zu stärkeren rachitischen Veränderungen geführt haben, als das an der seinerzeit resezierten Rippe der Fall war, denn zu dieser Zeit begannen schon die Nagezähne opak zu werden. Leider wurde in diesem Augenblicke eine zweite Rippenresektion nicht ausgeführt, deren Notwendigkeit sich erst später herausgestellt hatte. Während aber die Nagezähne erst begannen opak zu werden, war der Fibulacallus schon ausgesprochen und erheblich rachitisch, und zwar nicht viel weniger rachitisch als der linksseitige Fibulacallus aus der Zeit des Versuchsendes, als die Rippen bereits schwer rachitisch verändert und die Nagezähne schon ganz opak waren.

Endlich ist noch der Callus des Tieres 22 zu erwähnen, dessen Heilung schon am zehnten Tage durch den vorzeitigen Tod dieses rachitischen und zugleich hochgradig marantischen Tieres unterbrochen wurde. Für die sehr bedeutende Rückständigkeit der Callusbildung gibt es hier zwei Ursachen, die Rachitis und den Marasmus. So waren die nekrotischen Frakturenden noch ganz frei von lacunärem Abbau, vom Knorpelcallus waren erst vereinzelte Knorpelzellen zu sehen, die Vereinigung der Fragmente

war rein bindegewebig, das Bindegewebe entstammte teils dem Endost, beziehungsweise Knochenmark, hauptsächlich aber dem Periost und im periostalen fibrösen Callus lagen erst einige ganz kalklose Knochenbälkchen.

* * *

Wir gehen zur Besprechung der meist charakteristischen Eigenschaft des rachitischen Callus über, seiner Kalkarmut. Aus dem Diagramm XXIV, in dem die Werte für die Fälle 16, 10, 14 und 18 ein Mittel aus dem Durchschnittsmaß des rechten und linken Callus darstellen, ersehen wir, daß die Osteoiddicke beim rachitischen Callus ausnahmslos pathologisch groß ist, und zwar ist die geringste Zahl der Rachitisreihe mehr als doppelt so groß als die größte der normalen. Die Variationsbreite der Rachitisfälle untereinander ist etwas größer als wie die der normalen Fälle.



XXIV. Osteoiddicke im Fibulacallus 1 μ = 1 *mm*.

(Da im Diagramm XXIV auf Tafel X ein bei der Reproduktion entstandener Fehler bei der Korrektur übersehen wurde, wird dieses Diagramm hier im Texte in korrekter Form wiedergegeben.)

Der Vergleich zwischen der Osteoiddicke der Rippe und des Fibulacallus bei den normalen Tieren hat ergeben, daß nur eine ganz leichte Neigung zu größeren Zahlen im Callus besteht, daß diese in 6 Fällen um 0·4 bis 1·6 μ größer, und nur in 2 Fällen um 0·3 bis 0·4 μ kleiner waren als in der Rippe, daß aber die Diagramme X und XXIV einander ganz ähnlich waren. Stellen wir denselben Vergleich bei den Rachitistieren an. Bei diesen variiert die Osteoiddicke im Callus zwischen 14·7 und 33·3 μ, also etwas mehr als ums zweifache, und in der Rippe zwischen 7·4 und 81·9 μ, also ums elffache. Das ergibt eine erheblich größere Variationsbreite in der Rippe als im Callus. Bei genauer Betrachtung ist aber der Unterschied doch geringer. Unter den Rippenmaßen figuriert als kleinste Zahl der Marasmusfall 22, als größte der Fall 19. Beide Fälle müssen aber außer Betracht bleiben, denn sie fehlen unter den Callusmaßen auch, Fall 22 deshalb, weil da der Callus erst in den Anfängen seiner Entwicklung stand, Fall 19 darum, weil hier die Callusbalken absolut kalklos waren, während die Maße aller anderen Fälle an solchen Balken genommen wurden, die schon zentral Kalk enthielten. Daß aber zwischen den beiden Arten der Maße ein erheblicher Wertunterschied besteht, werden wir unten sehen. Unter Weglassung dieser zwei Fälle bekommen wir in der Rippe noch immer eine Variabilität um mehr als das fünffache gegen mehrals das zweifache im Callus. Im letzteren ist das Osteoid nie so schmal, aber auch nie so breit wie in der Rippe.

Führen wir den Vergleich für jeden einzelnen Fall durch, so finden wir unter den 12 gemessenen Callusfällen das Osteoid im Callus sechsmal dicker, und zwar um 0·7 bis 12·8 μ, und sechsmal dünner als in der Rippe des gleichen Falles, und zwar um 4·7 bis 24·6 μ. Unter den Tieren, bei denen das Osteoid im Callus dicker ist als in der Rippe, fanden sich ausschließlich leichtere Rachitisfälle, unter den Tieren, bei denen das Osteoid im Callus dünner ist als in der Rippe, fanden sich die 4 schwersten Rachitisfälle der Reihe. Über grobe Unterschiede im Kalkgehalt zwischen dem frischen Callus und der Rippe des gleichen Tieres war schon bei Fall 21 die Rede. Wir haben dort gesehen, daß solche Verschiedenheiten darauf beruhen können, daß der Kalkgehalt des Callus der richtige Ausdruck für den augenblicklichen Zustand des Kalkstoffwechsels ist, was für den Kalkgehalt der Rippe nicht unbedingt gelten muß, da diese beim Einsetzen der Kalkstoffwechselstörung noch einige Zeit einen relativ zu großen, beim

Aufhören derselben einen relativ zu geringen Kalkgehalt aufweisen kann. So könnte man auch hier die 6 leichteren Rachitisfälle, in denen die Osteoiddicke im Callus größer ist als in der Rippe, als Rachitisfälle mit progredienter und die 6 meist schwersten Rachitisfälle, in denen das Umgekehrte der Fall ist, als Rachitisfälle mit sich rückbildender Kalkstörung bezeichnen.

Zu solchem Schlusse sollte aber erst ein erheblicher Unterschied berechtigen, denn die ganze Rippe und die gebrochene Fibula sind zwei Objekte, die nicht ohne weiteres vergleichbar sind. Im Callus wird zweifellos zum Zwecke der Fragmentvereinigung ein viel erhöhteres Bedürfnis nach möglichst rascher Verkalkung bestehen, als in der Rippe, diese wieder ist zufolge der viel langsameren Knochenapposition bezüglich des Kalkgehaltes im Vorteil, und es ist nicht gut möglich, die Bedeutung dieser Faktoren gegeneinander abzuschätzen.

Von allen diesen Variationen abgesehen, ist das Osteoid im rachitischen Callus durchwegs und ganz erheblich dicker als im Callus normaler Tiere, und das ist eine Haupteigenschaft des rachitischen Callus. Während ferner das Osteoid im Callus normaler Tiere (Fig. 2, 3) nicht sehr häufig anzutreffen war und an Menge gegen den kalkhaltigen Knochen sehr stark zurücktrat, war es im rachitischen Callus selbst in den leichtesten Fällen ausnahmslos an jedem Bälkchen nachweisbar (Fig. 4, 5 *O*), so daß in einem Schnitt an einem Viertel des Callus mehr als 30 mikrometrische Messungen ausgeführt werden konnten, und an Menge trat es selbst in den leichtesten Rachitisfällen niemals stark in den Hintergrund (Fig. 4, 5), nahm $^1/_4$ bis $^1/_2$ der Balkendicke ein. Bei schweren Rachitisfällen aber (Fig. 6 bis 8) waren die Callusbälkchen vorwiegend, vielfach sogar in toto kalklos. Jedoch nur im Falle 19 (Fig. 9) waren alle Bälkchen ganz kalklos.

Die Verkalkung des Balkenzentrums war nur in den allerleichtesten Rachitisfällen (9, 11) immer vorhanden, schon bei manchem leichteren Fall fehlte sie stellenweise (Fig. 5 *i*), und bei den schweren Fällen (Fig. 6 bis 8) sogar im größten Teil des Callus. Abgesehen von der reduzierten Extensität war auch die Intensität der Verkalkung oft nur sehr gering, was an der Färbungsintensität zu erkennen war. Nur in ganz wenigen, leichten Fällen war die Färbung des verkalkten Balkenzentrums so dunkel, wie in Fig. 5 (*KC*), zumeist war sie ganz blaß bläulich (Fig. 6 *b*, *e*, 7 *p*, 8 p_1), fleckweise nur noch an einem blaßblauen Anflug zu kennen (Fig. 7 *o*). Die Übergangszone vom kalkhaltigen zum kalklosen Knochengewebe war in spezifisch rachitischer Weise erheblich verbreitert, aber fast immer feinkörnig, ganz ausnahmsweise etwas gröber körnig.

Das bisher über den Kalkgehalt Gesagte gilt für den periostalen knöchernen Callus, der ja die Hauptmasse darstellt. Viel häufiger als dieser ist der enostale Callus in toto kalklos (Fig. 8 *k*), in leichten Fällen wenigstens zum Teil kalkhaltig.

Während im Callus normaler Tiere das Osteoid fast ausschließlich im periostalen knöchernen Callus zu finden war und im enchondralen so gut wie ganz fehlte, kam in diesem bei den Rachitisfällen gelegentlich ein ganz kalkloser Knochenanwurf vor oder dieser war nur partiell kalkhaltig.

Es war oben davon die Rede, daß zumeist, wenigstens in den schweren, floriden Rachitisfällen, die Verkalkung der Balkencentra eine wenig intensive war, so daß sie stellenweise nur an einem blaßblauen Anflug des Osteoids zu erkennen war. Diese Anverkalkung stellt aber Lehnerdt für die floride Rachitis in Abrede, da sie für die Kalkaufnahmsfähigkeit des Osteoids sprechen würde, die er aber für das floride Stadium der Rachitis absolut leugnet, und selbst in beschränktem Maße nicht zugibt. Wir werden im letzten Abschnitte sehen, daß man selbst bei florider Rachitis eine, wenn auch in verschiedenem Grade beschränkte Verkalkungsmöglichkeit des Osteoids annehmen kann, also auch die Möglichkeit des Vorkommens einer Anverkalkung. Nach Lehnerdt läge mit Ausnahme des Falles 19 in keinem unserer Fälle eine floride Rachitis vor, was nach der Beschreibung des Rippenbildes für die schweren Fälle gewiß nicht zutrifft. Es muß also während der Rachitis die Kalkablagerung nicht völlig sistieren, sie erfolgt aber, wenn vorhanden, nur unvollkommen in bezug auf Raschheit, Ex- und Intensität. Die in ihrer Intensität geringe rachitische Kalkablagerung gibt das Bild der Anverkalkung.

Wie schon bei den anderen Punkten, so soll auch noch bei der Verkalkung auf die Übereinstimmung hingewiesen werden, die zwischen der spontan rachitischen und der parathyreoidektomierten Ratte besteht. Im 24tägigen Callus betrug die Osteoiddicke beim normalen Tier durchschnittlich 8·5 μ, und beim selben Tier an einem gleich alten Callus nach der Ek.-Exstirpation 43 μ. Dabei war die Flächenausdehnung des Osteoids unvergleichlich größer geworden und die körnig-krümelige Übergangszone viel breiter.

* * *

Wenn wir unsere Figuren 5 bis 9 genauer betrachten, so fällt uns im Callus eine ungleichmäßige Kalkverteilung auf. In Fig. 5 haben wir bei *i* ganz kalklose, sonst aber stets, zentral wenigstens, gut verkalkte Callusbälkchen. In Fig. 8 ist der Callus bei p_1 deutlich, wenn auch nur gering kalkhaltig, sonst überall (p_2 bis p_4) ganz kalklos. In Fig. 7 ist der Callus bei *p* gering, bei *o* äußerst wenig kalkhaltig, sonst (*m*, *n*) ganz kalklos. Es ist von Interesse, auf diese Verschiedenheiten etwas einzugehen.

Wir wissen, daß wir in der Breite des osteoiden Saumes den zahlenmäßig darstellbaren, also verläßlichsten Ausdruck des Kalkstoffwechsels zu erblicken haben. Die Osteoidsäume sind beim normalen Skelett am schmälsten, am leicht rachitischen breiter, am schwer rachitischen am breitesten. Da aber der Kalkstoffwechsel für alle Skeletteile in gleicher Weise maßgebend ist, so sollte man erwarten, daß die Osteoidbreite überall die gleiche wäre. Das ist aber schon im normalen und ganz besonders im rachitischen Skelett nicht der Fall, wie schon die Notwendigkeit, aus mehreren Messungen eine Durchschnittszahl zu ziehen, beweist. Ein Teil dieser ungleichmäßigen Osteoiddicke wird wohl seinen Grund in verschieden langer Appositionsdauer des Knochens an den gemessenen Stellen haben.

Nehmen wir einen Fall an, dessen durchschnittliche Osteoiddicke 10 μ beträgt. Hat an einer lacunären Resorptionsfläche der Knochenanbau begonnen, so messen wir von der Kittlinie an eine Osteoidauflagerung von zum Beispiel 6 μ Dicke, also zu wenig. Erst wenn die Apposition 11 μ dick geworden ist, ist der neue Knochen zu unterst schon verkalkt und wir messen nunmehr von der körnig-krümeligen Zone Pommers, in der die Verkalkung vor sich geht, eine 10 μ dicke Osteoidschicht. Daraus ist zu ersehen, daß, wenn man statt von der körnigen Zone von einer Kittlinie aus mißt, man Gefahr läuft, zu geringe Zahlen zu erhalten.

Das gleiche gilt auch von Knochenbälkchen, die sich nicht an alte apponieren, sondern mitten im Bindegewebe entstehen. Am Längsschnitt eines solchen Bälkchens erfolgt die Knochenapposition von beiden Seiten, und ist das Bälkchen zum Beispiel 12 μ dick, so ist es noch in toto kalklos, denn es hat von beiden Seiten erst je 6 μ Knochensubstanz angebaut. Ist aber das Bälkchen 22 μ dick geworden, so ist es axial schon verkalkt, und nun ergibt die Messung auf jeder der beiden Seiten einen 10 μ dicken Osteoidsaum. Wir sehen also, daß man beim Messen ganz kalkloser Bälkchen die Balkendicke halbieren muß und daß man dabei Gefahr läuft, eine zu geringe Osteoiddicke zu erhalten. Darauf wurde schon kurz in einer früheren Publikation hingewiesen.

Dessen eingedenk wurde bei unseren mikrometrischen Dickenbestimmungen des Osteoids stets darauf gesehen, nur von einer körnig-krümeligen Zone aus zu messen und in jenen Rachitisfällen, in denen ganz kalklose Balken vorkommen, die Osteoidmasse der letzteren nicht mit den ersteren zusammenzuwerfen, sondern gesondert für sich zusammenzustellen. Trotzdem aber die erhaltenen Dickenmaße der ganz kalklosen Balken, wie ausgeführt, halbiert wurden, kamen ausnahmslos an allen gemessenen Fällen (14, 16, 17, 18, 21) nicht wie nach dem oben Gesagten zu erwarten war, zu kleine, sondern überraschenderweise zu große Dickenmaße des Osteoids heraus. Von den 5 gemessenen Fällen lag in dreien (14, 16, 18) ein beiderseitiger Fibulacallus vor und beiderseits war das Verhalten der Osteoiddicke in den ganz kalklosen Balken gleich. Die Größenunterschiede zwischen dem Dickenmaße der Osteoidsäume und der halbierten kalklosen Balken desselben Callus waren nicht etwa gering, sondern sehr erheblich und bewegten sich zwischen 13 und 20·3 μ.

Mit dieser festgestellten Tatsache war abermals aufs klarste bewiesen, daß, trotzdem der Kalkstoffwechsel für alle Callusteile der gleiche sein muß, die einen Callusteile von der Verkalkung

bevorzugt, die anderen vernachlässigt werden, und dies geschieht bei Rachitis in so auffallendem und erheblichem Grade, daß jeder Irrtum ausgeschlossen ist.

Eine genaue Betrachtung der erhaltenen Schnittbilder belehrt uns aber ferner, daß die Verteilung der calcioprotektiven Callusgebiete nicht etwa willkürlich, sondern gesetzmäßig ist, indem die statisch meistbeanspruchten Callusteile den Kalk am ehesten und intensivsten aufnehmen. Es ist klar, daß eine solche lokale Auslese des Verkalkungsvorganges gerade in Rachitisfällen am leichtesten zur Beobachtung gelangen wird, sei es weil mit dem wenigen Kalk sozusagen hausgehalten werden muß und es an die dringendst nötigen Stellen dirigiert wird, sei es, weil die der Kalkaufnahme hinderlichen Momente an den mechanisch meistbeanspruchten Stellen am ehesten überwunden werden. In Fällen mit normalem Kalkstoffwechsel, in denen die Verkalkung der Knochenapposition auf dem Fuße folgt, wird es keine so günstige Gelegenheit geben, dergleichen ungleichmäßige Kalkverteilungen zu studieren.

Aus der Fülle der sich im rachitischen Callus darbietenden Bilder mögen einige typische Beispiele für das eben Gesagte angeführt werden.

Im Falle 12 (Fig. 5) ist es unverkennbar, daß die zentralen Partien des Callus es sind (*i*), die sich durch Kalklosigkeit auszeichnen, während der kalkhaltige Teil (*g*) in sehr ausgesprochener Weise die äußerste Peripherie des Callus einnimmt und hier im Schnittbilde eine bogenförmige Brücke bildet, die mit ihren Enden breit beiden Fragmenten aufruht, sie auf diese Weise vereinigt und in der Äquatorialebene den Knorpelcallus (*KC*) in seine Kontinuität aufnimmt. Es ist klar, daß bei der in diesem Falle vorliegenden tadellosen Adaptierung der Fragmente die Callusperipherie ein ausgesprochen calcioprotektives Gebiet darstellt, während das Calluszentrum, dessen Balken zum Teil ebenso dick sind wie anderwärts, durch seine Kalklosigkeit verrät, daß es mechanisch weniger in Betracht kommt. Daß dies Calluszentrum, wie oben ausgeführt, jünger sein muß als die Peripherie, reicht allein nicht dazu aus, die Kalklosigkeit ganz breiter Balken zu erklären. Am normalen Callus sind wir, allerdings auf anderem Wege, ebenfalls schon zu der Meinung gekommen, daß die Callusperipherie die mechanisch viel wichtigere ist, denn wenn diese einmal ausgebildet ist, wird der knöcherne Callus in seinem Zentrum ausgehöhlt (Fig. 1 *h*) und ebenda liegender Knorpel wird vasculär abgebaut, ohne in Knochen überführt zu werden.

Ähnliche Verhältnisse wie in dem eben beschriebenen Falle 12 bestanden auch im linksseitigen Callus des Falles 21 und zum Teil auch im Falle 11. Der Fall 21 war darum noch von Interesse, weil hier der Callus schon 45 Tage alt war und die Kalklosigkeit des Calluszentrums nicht mehr gut allein auf sein geringes Alter bezogen werden kann. Der rechtsseitige Callus des Falles 14 gehört ebenfalls hierher, denn die Vereinigung der leicht verschobenen Fragmente war durchaus knöchern, aber zum weitaus größten Teile kalklos, und mitten durch den maßiven Callus sah man im Schnittbilde zu beiden Seiten eine, infolge ihres erst sehr geringen Kalkgehaltes blaßblaue Verkalkungsbrücke ziehen, die sich in typischer Weise auf die alte periostale Fläche der Fragmentenden stützte und die Callusperipherie bevorzugte, bei völliger Kalklosigkeit nicht nur des Calluszentrums, sondern auch jener Callusteile, die, weiter entfernt von der Äquatorialebene, den alten Schaft überzogen (analog der Stelle *h* in Fig. 5).

Ein anderartiges Beispiel war der rechtsseitige Callus des Falles 16. Hier war die Stellung der Fragmente ausgesprochen winkelig. Auf der konvexen Seite war dementsprechend der Callus völlig kalklos, auf der konkaven jedoch sieht man, insbesondere in der Äquatorialgegend, im Zentrum der Balken bereits Verkalkung, die, infolge der schweren Rachitis, dem Grad und der Ausdehnung nach freilich noch gering war. Es bedarf keiner näheren Begründung, daß bei einer winkeligen Stellung der Fragmente der Callus der konkaven Seite der mechanisch mehr beanspruchte und darum auch calcioprotektives Gebiet ist.

In den linksseitigen Callus der Fälle 16 und 18, sowie im Falle 17, bestand eine erhebliche laterale Verschiebung der Fragmente (Fig. 6, 7). Bei dieser fehlerhaften Stellung ist die Callusentwicklung auf der einen Seite geringfügig (Fig. 6 *c*, *d*, 7 *m*, *r*), auf der anderen kräftig (Fig. 6 *b*, *e*, 7 *o*, *p*) und dies ist

am oberen Fragmente umgekehrt als am unteren. Die kräftig entwickelte Seite ist mechanisch erheblich belastet, ergo calcioprotektives Gebiet und darum auch vor allen anderen Partien verkalkt (Fig. 6*b*, *e*, 7*o*, *p*), wenn auch diese Verkalkung infolge des hohen Grades der Rachitis wiederum extensiv und quantitativ gering ist. Die schwach entwickelte Callusseite ist gar nicht oder vielleicht nur sehr wenig mechanisch in Anspruch genommen und vollständig oder so gut wie vollständig kalklos (Fig. 6*c*, *d*, 7*m*, *r*).

Von solchen typischen Bildern abgesehen, begegnet man im rachitischen Callus auch noch solchen Beispielen, wo eine rein zufällige Ungleichmäßigkeit der Belastungsverhältnisse Gelegenheit gibt, die ebenfalls ungleichmäßige, aber gesetzmäßige Kalkverteilung zu studieren. In Fig. 8 sehen wir eine ganz besonders massige Callusentwicklung, der Callus ist aber im Quadranten p_1 schon recht gut kalkhaltig, in den drei übrigen Quadranten p_2 bis p_4 aber absolut kalklos. Die Ursache ist die folgende. Es stützt sich das untere Fragment auf das obere fast ausschließlich so, daß der Callusquadrant p_1 der linksseitigen Corticalis *c* des unteren Fragmentes durch Vermittlung des Knorpelstückes 1 als Stütze dient. Dieses meistbelastete Callusstück ist daher schon kalkhaltig. Infolge der Verschiebung der Fragmente sind die Callusquadranten p_2 und p_3 unbelastet, darum trotz der massigen Entwicklung ganz kalklos. Der Quadrant p_4 jedoch, der dazu bestimmt wäre, durch Vermittlung des Knorpelstückes *m* das obere Fragment zu tragen, ist infolge der Interposition des großen fibrösen Callusstücke *n* nicht belastet und darum ebenfalls ganz kalklos.

Ein Beispiel ähnlicher Art sehen wir in Fig. 7. Wieder ist der linke obere Callusquadrant (*p*) indem sich das untere Fragment auf ihn stützt, der meistbelastete und bestverkalkte, der rechte untere aber (*o*) schon viel weniger verkalkt, weil, wie aus der Figur hervorgeht, viel weniger belastet.

Durch diese Beispiele, die sich noch vermehren ließen, wird das Gesetz von den calcioprotektiven Gebieten wesentlich gestützt, wornach der meist belastete Knochenteil der bestverkalkte ist.

3. Rachitische Spontanfrakturen der Rippen.

Die rachitischen Spontanfrakturen der Rippen beanspruchen ein Interesse zunächst darum, weil sie für die rachitische Skelettveränderung sehr charakteristisch sind, während sie normaliter niemals vorkommen. Sie sind wahrscheinlich etwas häufiger als bei der menschlichen Rachitis, wiewohl auch bei dieser die Obduktion, bei speziell darauf gerichteter Aufmerksamkeit, überraschend oft spontane Rippenfrakturen zutage fördert, die sich, ähnlich wie bei unseren Tieren, hauptsächlich in den rückwärtigen Rippenabschnitten finden und klinisch meist unerkannt bleiben.

Warum es zu Spontanfrakturen bei Rachitis kommt, hatte schon H. Müller richtig erkannt, indem er die Kalkverarmung des Knochens nicht auf Kalkberaubung bezog, sondern so zustandekommen ließ, daß beim Knochenwachstum der alte kalkhaltige Knochen abgebaut wird, während der sich neubildende kalklos bleibt.

Den gleichen Vorgang konnte ich seinerzeit an den Rippen der parathyreoidektomierten Ratte verfolgen, der zwei Monate nach der Ek.-Exstirpation bereits so weit gediehen war, daß die Rippencorticalis stellenweise ihrer ganzen Dicke nach kalklos war, und selbst eine Spontanfraktur sich eingestellt hatte. Die damals von der Fraktur angefertigte Zeichnung stimmt nun mit unserer jetzigen Fig. 10 (*a*), die eine rachitische Spontanfraktur darstellt, bis ins Detail überein. Also auch in puncto Spontanfrakturen stimmt der Befund der spontan rachitischen mit dem der parathyreoidektomierten Ratte überein.

Weiterhin erscheinen die rachitischen Spontanfrakturen darum von Interesse, weil sie naturgemäß Gelegenheit geben, den Ablauf der rachitischen Callusheilung in den verschiedensten Stadien zu studieren. Dies ist eine willkommene Gelegenheit, unsere an den stets 15tägigen Fibulafrakturen gemachten Erfahrungen zu ergänzen. Freilich macht sich dafür bei den spontanen Rippenfrakturen der Umstand unangenehm bemerkbar, daß wir über das wahre Alter der Fraktur gar nichts positives angeben können und uns daher nur darauf beschränken müssen, das Heilungsstadium ungefähr zu bestimmen. Weniger

empfinden wir jedoch den Mangel normaler Kontrollobjekte, nämlich von Rippenfrakturen an normalen Tieren, und zwar deshalb, weil die Untersuchung der Fibulafrakturen uns in genügender Weise über die Eigenschaften rachitischer Frakturheilung aufgeklärt hat.

A. Kasuistik.

Fall 9. Bei der Obduktion wurden fünf Rippencallus von Spontanfrakturen gefunden, die zum Teil in den hinteren Rippenanteilen, zum Teil etwas mehr vorne lagen und teilweise mit erheblicher winkeliger Knickung, mit dem Winkel nach außen gerichtet, einhergingen. Nach dem histologischen Bau ist keine der Frakturen mehr ganz frisch, wiewohl sie untereinander verschieden alt sind. In den relativ jüngeren kann man noch die Bruchstelle des alten Schaftes sehen und konstatieren, daß das Fragmentende nekrotisch ist. Diese Nekrose entsteht also nicht nur wie bei den Fibulafrakturen durch die quetschende Wirkung der Schere, sondern auch dann, wenn bei der der Spontanfraktur vorangehenden Abbiegung der Rippe die Knochenhöhlen verengt und die darin eingeschlossenen Zellen gequetscht werden. Bei winkeliger Knickung ist der periostale Callus auf der konkaven Seite (Fig. 14 *d*) unvergleichlich viel mächtiger als auf der konvexen (*f*). Nach längerer Zeit werden dann die alten Fragmentenden (Fig. 14 a_1 bis a_4) langsam abgetragen. So zum Beispiel endet in der Fig. 14 der alte Schaft a_4 nach Abtragung seines Fragmentendes derzeit bei *b*, und der ehedem auf dem jetzt schon resorbierten Schaftteil apponierte periostale Callusteil *c* ist jetzt seiner alten Unterlage beraubt. In Fig. 14 hat der Callus *d* zum Beispiel allein die Verbindung zwischen dem Schaftstück a_3 und a_4 übernommen. Es gibt Frakturen, bei denen der periostale Callus allein zur Ausbildung gelangte (Fig. 14) und die Markhöhle (*k*) offen ist, und dann wieder solche, in denen außerdem auch noch ein intermediärer und Markcallus besteht und die Markhöhle unterbrochen ist.

Die Callusspongiosa ist im jüngeren Callus dicht, im älteren locker und enthält ganz selten auch Anzeichen eines ehemaligen Knorpelcallus, und zwar in Form von Einschlüssen dunkelblauer Knorpelgrundsubstanz in enchondralen Callusanteilen oder in Form typischer Knorpelzellen in Knochengrundsubstanz, aus der Zeit stammend, als das Knorpelgewebe noch langsam in Knochengewebe überging. In jedem Callus sind Zeichen des Umbaues nachweisbar: Neben vielen Osteoblasten kommen auch Osteoklasten vor, ferner Kittlinien in den Bälkchen, welche schmal sind (Fig. 14 *d*) und schon deutlich Stützstrukturen verraten (*e*). Die relativ gute Verkalkung des Callus (*d*), die schon großen, mit zelligem und Fettmark (*g*) erfüllten Markräume vervollständigen noch das Bild des späteren Zustandes des Callus. Die jüngeren Stadien sind zu erkennen an den engeren Markräumen, den dickeren, kalkärmeren Bälkchen, welche noch keinerlei ausgesprochene Stützstrukturen verraten. Das Knochengewebe ist meist von reifer Struktur, das Osteoid pathologisch breit, wiewohl im alten Callus weniger entwickelt (*h*) als im jüngeren und die Kalkgrenze breit und oft sehr grobkörnig. Nach 40 Messungen ist das Osteoid im Durchschnitt 55·8 μ dick, 192 μ maximal, 40 μ minimal.

* * *

Fall 10. Bei der Obduktion fand sich nur ein Rippencallus. Die Fragmente stehen winkelig zueinander, die Fragmentenden sind schon stark abgebaut und recht fest durch einen Callus verbunden, der auf der konkaven Seite viel stärker entwickelt ist als auf der konvexen und die zelliges und Fettmark enthaltende Markhöhle ganz unterbricht und überbrückt. Der Callus besteht aus einer mäßig dichten Spongiosa, in der die fibröses und wenig zelliges Mark enthaltenden Markräume durchschnittlich so breit sind, wie die Balken. Diese sind gut verkalkt, tragen aber doch auch pathologisch breite Osteoidsäume. Namentlich auf der konkaven Seite enthält der Callus auch reichlich großzelligen Knorpel, der in ausgedehnter Weise verkalkt ist. Dabei ist die Verkalkungsgrenze teils unscharf, teils scharf, von krümelig zackiger Beschaffenheit und sogar isolierte Kalkkrümel im Knorpel sieht man. Es gibt überall langsame Übergänge von Knorpel in Bindegewebe und Knochen, ferner auch viel vasculären Abbau des verkalkten Knorpels in Form großer, globulär begrenzter, mit jungem Bindegewebe und Gefäßen erfüllter Höhlen im Knorpel; Knorpel einschließende Knochenbalken mit ganz oder partiell kalkfreiem Knochenanwurf zeigen, daß auch enchondrale Ossifikation zu verzeichnen ist. Das Osteoid ist nach 29 Messungen durchschnittlich 29·9 μ dick, 48 μ im Maximum, 8 μ im Minimum.

* * *

Fall 11. Bei der Sektion wurde nur eine einzige Spontanfraktur im rückwärtigen Schaftanteil einer Rippe vorgefunden. Mikroskopisch zeigt es sich, daß die Corticalis bloß auf der pektoralen Seite gebrochen war, daß es sich also um eine Infraktion

ohne eine Spur von Deviation handle. Das eine Fragmentende ist schon zum Teil resorbiert, am anderen unresorbierten ist noch Detritus zu sehen.

Der Callus ist sehr einfach gebaut. Auf der periostalen Fläche ist er durch eine 160 μ dicke, fast gefäßlose, kalklose Knochenmasse von reifem Bau repräsentiert. Zwischen den Fragmentenden und am Endost der gebrochenen Seite liegt eine ganz ungegliederte, von 2 bis 3 engen Markräumen durchzogene, in die Markhöhle stark vorspringende Callusmasse, in die die Fragmentenden eintauchen und die schon recht viel Verkalkung, aber doch auch bis 170 μ dickes Osteoid aufweist. Im Frakturbereiche besitzt auch das Endost der nicht frakturierten Seite eine ganz unverkalkte 128 μ dicke Callusmasse. Die so eingeengte Markhöhle enthält noch rein zelliges Mark. Das Osteoid mißt 152 μ im Durchschnitt, 170 μ im Maximum, 128 μ im Minimum.

* * *

Fall 13. Bei der Obduktion wurden 13 größere und kleinere Rippencallus vorgefunden, aber bei der mikroskopischen Untersuchung fanden sich außerdem in den vorderen Rippenanteilen noch manche weiteren, die makroskopisch nicht aufgefallen waren. Es ist nämlich für diesen Fall typisch, daß Spontanfrakturen nicht nur in den hinteren, sondern auch in den vorderen Rippenanteilen, ja sogar im Bereiche der sekundären Spongiosa vorkommen.

Wiewohl die Frakturen sehr verschieden alt sind, ist der Kalkgehalt des Callus stets gering. Bei jüngeren Frakturen sieht man stets noch den wie immer schrägen, ausnahmsweise im Zickzack verlaufenden Spalt in der alten, kalkhaltigen Compacta, und in den Winkeln dieses Spaltes liegt dann auch noch der blaue Detritus. In etwas älteren Frakturen sieht man, wie der alte kalkhaltige Schaft gewöhnlich etwas weiter ab von der Bruchfläche lacunär abgebaut und die Resorptionsräume sich erst mit Bindegewebe, dann mit Osteoid füllen. Ist später dieser Prozeß bis an das Frakturende gediehen, dann ist die Stelle der Fraktur nicht mehr zu sehen.

Die in den vorderen Rippenabschnitten liegenden, makroskopisch unbemerkt gebliebenen Frakturen (Fig. 16) zeigen an der Rippenoberfläche entweder gar keine (*g*) oder nur eine geringe (*f*) Erhebung, aber im Rippeninnern sieht man bedeutende Veränderungen. Es ist nämlich die Markhöhle durch eine quergespannte Callusbrücke (*d*) völlig unterbrochen oder, wenn diese unvollständig ist, bloß verengt. Ein solcher äußerst kompakter Callus ist schon stets alt und darum die Stelle, wo ehedem die Corticalis gebrochen war, nicht mehr zu finden. Die in einer solchen Callusbrücke auftretende Verkalkung zieht in auffallender Weise den der Markhöhle zugewendeten Brückenrand vor (*c*), während sie in der Mitte ihrer Dicke kalklos bleibt (*d*).

Solche Beispiele elektiver Kalkablagerung an bestimmten Stellen des Callus mit (vorläufiger) Vermeidung anderer, sind der schönste Beweis dafür, daß für die Kalkablagerung rein lokale Momente maßgebend sein können. Ein in gewissem Sinne umgekehrtes Verhalten der ersten Kalkablagerung werden wir im Falle 19 sehen, wo der den Knochen spindelig auftreibende periostale Callus zuerst verkalkte, mit Meidung des enostalen Callus.

Daß die meisten Frakturen trotz ihrer Kalkarmut schon älteren Datums sind, erkennt man nicht nur an dem Umbau, sondern an den meist vorhandenen Knorpeleinschlüssen, die nicht nur im periostalen Callus, sondern auch in den Callusbrücken (*c*) zumeist nachweisbar sind. Die Knorpeleinschlüsse sind stets verkalkt, dunbelblau, enthalten selten unverbrauchte Knorpelzellen und in ihre globulären Buchten ist meist Osteoid, selten kalkhaltiger Knochen eingebaut (*e*). Eine etwas zartere Gliederung findet man nur in einem Callus, wenn er groß ist, und zwar nur in seinem periostalen Teile. Meist sind aber die Markräume eng, und sind sie groß, dann enthalten sie auch nur Bindegewebe. Das den Callus aufbauende Knochengewebe ist von reifem Typus, das Osteoid manchmal sogar besonders zellarm (*f*). Die Kalkgrenze ist grob-krümelig und breit. Knickungen an der Frakturstelle fehlen meist. Die Dicke des Osteoids beträgt nach 38 Messungen im Durchschnitt 69·4 μ, im Maximum 218 μ, im Minimum 16 μ.

* * *

Fall 15. Bei der Obduktion sind fünf kleine Rippencallus an den rückwärtigen Teilen der Rippenschäfte gefunden worden. Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigt es sich, daß wir es hier mit zweierlei Callus zu tun haben, mit frischen und alten.

Unter den frischen gibt es auch eine Infraktion, das heißt die Fraktur der Corticalis bloß der einen Seite (Fig. 10 *a*) und diese Infraktion liegt hart neben einem Querbruch der ganzen Rippe (*c*, *c*). An der Infraktionsstelle geht der Bruch durch den kalkhaltigen Rippenschaft schräg (*a*) und genau dieser Stelle entsprechend ist die lädierte Corticalis auf der peri- (b_1) und enostalen Seite (b_2) in ein fast ungegliedertes Stück Osteoid eingehüllt, das nach beiden Seiten spindelig abklingt und die Markhöhle etwas verengt. Das Periost (*g*) ist an der Bruchstelle etwas verdickt.

Ist aber ein totaler Querbruch der Rippe vorhanden, so ist das eben geschilderte Verhalten im Schnittbilde auf beiden Seiten an der Corticalis vorhanden (*e*, *e*). Auch hier sieht man noch die Bruchenden und den schräg verlaufenden Frakturspalt in der alten, kalkhaltigen Corticalis (*e*), und in den Ecken des Spaltes zwischen kalkhaltigen Knochen und Osteoid eingezwängt dunkelviolett gefärbten Detritus (*d*). Der peri- und endostale Callus (*e*, *f*) ist rein osteoid, fast ungegliedert, die Markhöhle ist entweder verengt und an dieser Stelle das zellige Mark durch ein fibröses ersetzt (*h*) oder es ist, wie in Fig. 10, die Markhöhle durch den enostalen Callus überhaupt verschlossen. Nur an einer Frakturstelle war an der pektoralen Seite der periostale Callus knorpelig, sonst stets ausschließlich osteoid.

Die alten Frakturen boten ein ganz anderes Bild dar. Der peri- und endostale Callus sind schon verkalkt, wenn auch nie vollständig, von engen Markräumen durchzogen, in deren fibrösem Mark stellenweise basophil granulierte Zellen lagen. Die Stelle, wo die alte kalkhaltige Corticalis gebrochen ist, ist nicht mehr zu sehen, und zwar aus folgendem Grunde. Bei längerem Bestande der Fraktur wird der in den Callus eingebettete Teil des alten Schaftes lacunär abgebaut und langsam durch Callusgewebe ersetzt, das dann direkt den peri- mit dem endostalen Callus in Verbindung bringt. Diesem Ab- und Umbau fallen natürlich auch die Frakturenden zum Opfer und darum sind sie beim alten Callus nicht mehr zu sehen.

Das Osteoid ist in den Rippencallus nach 24 Messungen im Durchschnitt 75 μ dick, 192 μ maximal, 16 μ minimal.

* * *

Fall 17. Es wurden bei der Sektion 17 Callus an Stellen spontaner Rippenfrakturen vorgefunden und außerdem bei der Untersuchung der Schnittserie durch die Halsorgane ein Callus nach Spontanfraktur des Zungenbeines aufgedeckt.

Von den Rippencallus wurden mehrere untersucht und dabei ein Befund erhoben, der in weitgehender Weise mit dem beim Falle 19 erhobenen übereinstimmt. Es fehlte hier nur der vasculäre Abbau des Knorpelcallus ganz; neben rein osteoidem Callus gab es aber auch solche, die durchschnittlich viel mehr Verkalkung aufwiesen. Im übrigen kann auf den Befund des Falles 19 verwiesen werden. Die folgenden Maße sind 1. an Osteoidsäumen gewonnen, 2. an ganz kalklosen Balken und halbiert.

1. 33 Messungen,	20·9 μ Durchschnitt,	60 μ Maximum,	5 μ Minimum
2. 27 »	32·4 μ »	160 μ »	32 μ »

* * *

Fall 18. Bei der Obduktion wurden 30 sehr große Rippencallus gefunden, in deren Bereiche die Fraktur vielfach mit winkeliger Stellung einherging. Die mikroskopische Untersuchung zeigt jedoch, daß die Zahl der Frakturen erheblich größer gewesen sein muß, denn in einem bloß 1 *cm* langen Rippenstück, das makroskopisch einfach in der Mitte knorrig verdickt aussah, verbergen sich drei Frakturen. Die winkelige Knickung ist nur bei einem Teil der Brüche vorhanden. Der Callus ist stets sehr üppig und nirgends mehr ganz frisch, trotzdem überwiegend osteoid.

Meist erstreckt sich der Callus von Periost zu Periost und überbrückt die Markhöhle, die somit unterbrochen ist. Ist aber die Markhöhle ausnahmsweise noch erhalten, so ist sie verengt und mit einem Bindegewebe erfüllt, das ungemein zahlreiche Mitosen besitzt. Von den Fragmentenden ist nur ausnahmsweise einmal etwas zu sehen, denn zahlreiche Osteoklasten sind im Begriffe, die im Callus eingeschlossene Corticalis sowie die im fibrösen Mark liegenden Splitter lacunär abzubauen, so daß man gelegentlich das nekrotische Fragmentende von der übrigen Corticalis abgetrennt sieht.

Der meist sehr dicke Callus ist sehr dicht gebaut und von zahlreichen, aber sehr engen Gefäßkanälen durchzogen, die außer dem Gefäß nur noch etwas Bindegewebe führen. Die Bälkchen sind entweder ganz kalklos oder zentral verkalkt, mit breiter aber feinkörniger Übergangszone. Dabei ist das verkalkte Zentrum aus unreifem, dicht und großzelligem, das Osteoid aus reifem Knochengewebe aufgebaut. Ist aber die Kalkgrenze durch eine Kittlinie gegeben, so ist auch das kalkhaltige Knochengewebe reif. Osteoblasten sind oft gut entwickelt, auch Osteoklasten begegnet man gelegentlich, und zwar auch am Osteoid.

Der Knorpel spielt in den Callus eine sehr geringe Rolle. Vereinzelt findet man kleine Knorpelgewebsteile mit und ohne Kalkkörner in der Grundsubstanz, in allmählichem Übergang zu Knochen oder Osteoid, und noch viel seltener in einem osteoiden Bälkchen einen ganz kleinen globulären, schwarzblau verkalkten Knorpeleinschluß als Zeichen längst abgelaufener enchondraler Ossifikation.

In jenen Callus, die im Wesentlichen durch eine die Markhöhle quer überspannende Knochenbrücke repräsentiert sind, sieht man, wie typisch, in ihr die erste und stärkste Kalkablagerung an den der Markhöhle zugewendeten Rändern der Brücke.

Das Osteoid war in den Callus nach 37 Messungen im Durchschnitt 82·2 μ dick, 256 μ maximal, 16 μ minimal.

* * *

Fall 19. Bei der Obduktion fanden sich an jeder Rippe 1 bis 5 massige Callus von Spontanfrakturen. Es wurde histologisch eine größere Anzahl dieser Callus untersucht und wiewohl der Befund im einzelnen variiert, läßt sich folgende Charakteristik entwerfen.

An der Frakturstelle ist entweder eine winkelige Knickung vorhanden (Fig. 13) oder nicht (Fig. 12). In ersterem Falle öffnet sich der Winkel viel häufiger gegen die Pleurahöhle (Fig. 13) als nach außen.

Da die Resorptionserscheinungen in diesen relativ jungen Frakturen noch nicht zu weit gediehen sind, so sieht man auf beiden Seiten den in der Regel schrägen Frakturspalt (*FS*, Fig. 12, 13), der ausschließlich den kalkhaltigen Teil des Schaftes betrifft, während der oft von Haus aus dicke periostale Osteoidbelag (Fig. 13 *pO*) meist nicht zerreißt, sondern auf der konvexen Seite straff über den Frakturwinkel gespannt ist (Fig. 13), während er, wenn überhaupt vorhanden, auf der konkaven Frakturseite in herausspringende Falten gelegt ist. Im Frakturspalt liegt oft ein Detritus (Fig. 12 *D*), in dem man nekrotische Knochensplitter ausnehmen kann. Die Spitze des kalkhaltigen Fragmentendes kann, nach der Unfärbbarkeit der Kerne zu schließen, nekrotisch sein, ist es aber nicht immer. Bei bestehender winkeliger Knickung an der Frakturstelle sind auf der konkaven Seite die Fragmentenden derart übereinander geschoben, daß eines von ihnen (Fig. 13 *a*) sich in die Markhöhle einspießt. Im Bereiche eines Callus kann der kalkhaltige Schaftteil, namentlich auf der pleuralen Seite, mehr als einmal gebrochen sein.

Auf einem Längsschnitt (Fig. 12 *FS*, *D*, *F*) sieht man, daß genau an der Frakturstelle sowohl die pleurale als auch die pektorale Schaftseite von einem peri- (Fig. 12 *pC*) und endostalen (Fig. 12 *eC*) knöchernen Callus eingehüllt wird. Der periostale springt an der Rippenoberfläche vor und erzeugt die makroskopisch sichtbare, zirkuläre Verdickung (Fig. 12 *pC*). Der endostale springt wulstförmig in die Markhöhle vor, diese einengend (Fig. 13 *eC*), wobei zugleich das im übrigen zellige Mark (Fig. 13 *zM*) einen fibrösen Charakter annimmt (Fig. 13 *fM*), und später wird dann die ganze Markhöhle vom endostalen Callus erfüllt (Fig. 12 *eC*).

Der Callus besteht der Hauptsache nach, oft ganz ausschließlich, aus Osteoid, während Knorpelcallus inkonstant vorkommt. Wir wollen zuerst diesen erledigen.

Der Knorpelcallus kommt nicht nur im periostalen, sondern, wenn auch viel spärlicher, im endostalen Callus vor und seine größte Entfaltung erreicht er bei winkeliger Fraktur im Periostcallus der konkaven Seite (Fig. 13 *KC*). Es ist das ein hyaliner Knorpel mit großen, runden, blauen Zellen und spärlicher blauer Grundsubstanz. Der allmähliche Übergang von Knorpel zu Osteoid, wobei typische Knorpelzellen in rote, osteoide Knorpelgrundsubstanz zu liegen kommen, ist hier oft zu sehen, ein Zeichen nicht für Metaplasie, sondern dafür, daß beide Gewebe aus einem gemeinschaftlichen Keimgewebe nebeneinander hervorgegangen sind. Der Knorpelcallus sitzt in typischer Weise den Fragmentenden entsprechend, also dort, wo die Reibung am intensivsten ist, ist von osteoidem Callus um- und überlagert und zeigt, was mit dem geringen Alter der meisten Frakturen zusammenhängt, nur selten vasculären Abbau.

Der Osteoidcallus (Fig. 12, 13 *pC*, *eC*) ist nicht spongiös, sondern kompakt und dicht, nur von spärlichen, engen Kanälen durchzogen, die enge Gefäße, spärliches Bindegewebe, aber nicht gut ausgebildete Osteoblasten enthalten. Die osteoide Grundsubstanz ist faserig, die Knochenzellen spärlich und je nach dem Alter des Callus bald so klein, schmal und dunkel wie im alten Knochen, bald größer, plumper, heller. Wo periostaler Osteoidcallus (Fig. 13 *pC*) auf präexistentem, periostalem Osteoidbelag (Fig. 13 *pO*) ruht, sind beide trotz ihrer Kalklosigkeit daran oft leicht zu unterscheiden, daß ersterer heller rot ist und größere, hellere, zahlreichere Zellen besitzt (Fig. 13). In manchem Callus hat das Osteoid noch nirgends Kalk aufgenommen, er ist rein osteoid (Fig. 13); in anderen, älteren findet man bald näher dem Schaft (Fig. 12 *a*, a_1), bald näher dem Periost (Fig. 12 *b*) den Beginn der Verkalkung mit breiter, grobkörniger Übergangszone und Sichtbarwerden der roten Sharpey'schen Fasern im blauen Feld. Stets sind die verkalkten Teile in der Minderheit und treten im periostalen Callus viel früher auf als im endostalen (Fig. 12).

Von Ab- und Umbauerscheinungen ist in diesen jungen Frakturen wenig zu sehen. Das erste, was gewöhnlich und auch hier abgebaut wird, sind die im Callus steckenden kalkhaltigen Teile des alten Schaftes. Es geschieht das von der Bruchfläche aus oder an beliebigem Orte vermittels gut ausgebildeter Osteoklasten mit großen, hellen Kernen und mäßig reichlichem, rotem, homogenem Protoplasma. Dadurch, daß die kalkhaltigen Partien des alten Schaftes

abgetragen (Fig. 13 bei *FS*) und erst durch Bindegewebe (Fig. 13 *b*), dann durch Osteoid ersetzt werden (Fig. 12 *c*), wird es in späteren Stadien der Frakturheilung unmöglich, die Stelle der Fraktur aufzudecken.

Die Dicke des Osteoids betrug nach 31 Messungen 83 μ im Durchschnitt, 304 μ im Maximum, 16 μ im Minimum. Mißt man aber die ganz kalklosen Balken und teilt durch 2, so bekommt man nach 28 Messungen 90 μ als Durchschnitt, 192 μ als Maximum, 32 μ als Minimum.

* * *

Fall 20. Bei der Obduktion wurden sieben Spontanfrakturen an den Rippen gefunden. Alle untersuchten Frakturen zeigen das folgende gleiche Verhalten (Fig. 15). An der Periostfläche der pektoralen Seite findet sich auch hier, wiewohl es sich stets um die rückwärtigen Rippenteile handelt, eine dicke Osteoidmasse (*a*), die auf der pleuralen Periostfläche fehlt oder sehr schmal ist. An der Frakturstelle ist die Rippe deutlich verdickt und von einer Callusmasse eingenommen (*b*), die vom Periost der einen zu dem der anderen Seite quer über die Markhöhle (*M*) gespannt ist, wobei die Kontinuität der letzteren unterbrochen wird. Der Callus selbst (*b*) stellt eine ganz ungegliederte, meist äußerst dichte Spongiosa mit dicken Knochenbalken und kleinen Mark- und Gefäßräumen (*c*) dar. Diese Callusspongiosa geht auf beiden Seiten ganz allmählich in die Schaftcorticalis über (*d*), ist zum größten Teil kalklos (*b*), ja selbst sehr dicke Balken können durchaus nur aus Osteoid bestehen. Ist aber das Bälkchen zentral verkalkt (*e*), so ist die Kalkgrenze durch eine breite Übergangszone gegeben, die aus groben, meist ovalen und in der Richtung der Grundsubstanzfaserung orientierten Kalkkörnern besteht. Auch kann man bemerken, daß oft die ersten Kalkkörnchen rings um eine Knochenzelle sich abzulagern beginnen. Die größte Osteoidmenge ist um die Äquatorialebene (ehemalige Bruchfläche des Callus) angehäuft (bei *b*). Osteoblasten fehlen. Osteoklasten sind spärlich, die kleinen Markräume (*e*) enthalten fibröses, die großen zelliges Mark. Da der Callus schon älter und in Umbau begriffen ist, sieht man nicht mehr die Bruchflächen der alten Corticalis. Knorpel fehlt im Callus vollständig. Interessant ist noch die vielfach anzutreffende Nekrose der Callusbälkchen. Im kalkhaltigen Knochen erkennt man sie an den leeren Knochenkörperchen, in kalklosen sind diese sogar kollabiert und fehlen scheinbar ganz. Die Ursache dieser Nekrose dürfte in der durch abnorme Beweglichkeit des rachitischen Callus bedingten Quetschung der Knochenzellen zu suchen sein, wobei die kalkhaltigen Partien insofern im Nachteil sind, als die in starrer Grundsubstanz eingeschlossenen Knochenzellen bei Verengerung der Knochenhöhle nicht ausweichen können, während wieder bei den kalklosen Partien die Deformierbarkeit eine größere sein muß.

An einer Rippe bestand eine Infraktion, also eine Kontinuitätstrennung, bloß in der Corticalis der pektoralen Seite. Es war daher nur auf dieser Seite ein Callus ausgebildet, der ebenso am Periost wie in die Markhöhle vorspringt und im übrigen im gleichen Entwicklungsstadium stand und ebenso beschaffen war, wie alle anderen.

Die Dicke des Osteoids wurde an vier Stellen gemessen und dabei sind folgende gut übereinstimmende Zahlen gewonnen worden:

1.	16	Messungen,	41	μ	Durchschnitt,	112 μ	Maximum,	14 μ Minimum
2.	25	»	40	μ	»	96 μ	»	14 μ »
3.	15	»	40	μ	»	125 μ	»	12·5 μ »
4.	19	»	39·5	μ	»	112 μ	»	7 μ »

* * *

Fall 21. Bei der Obduktion fanden sich zwei große und ein kleiner Callus an den hinteren Rippenanteilen vor. Das Material wurde vier Tage in Müller entkalkt. Histologisch erweisen sich alle drei als noch ganz junge Frakturen. Im kleinen Callus liegt die Frakturstelle des Schaftes auf beiden Seiten in sehr verschiedener Höhe, im Frakturspalt liegt noch Detritus und sowohl auf der Peri- als auch auf der Endostfläche liegt im Frakturbereiche eine ungegliederte, einheitliche, ganz kalklose Knochenbrücke ohne eine Spur von Knorpel.

In den beiden großen Callus war der Befund anders (Fig. 11). Der beiderseits noch vollkommen erhaltene Frakturspalt ist zum Teil leer (*d*), zum Teil ist er mit Detritus ausgefüllt (*f*). Die Frakturenden sind nekrotisch und werden, namentlich von der Endostseite her, von einer prächtigen Osteoklastenreihe in regster Weise lacunär abgebaut (*i*) und dieser Abbau ist schon stellenweise (*h*) bis zur völligen Unterbrechung der Corticalis gediehen, so daß das Fragmentende (*r*) vom übrigen Schaft bereits abgetrennt sein kann. Im Frakturbereiche ist die Markhöhle mit Bindegewebe erfüllt (*n*), das zahlreiche Mitosen führt und beide Fragmente vereinigt. Auf der pleuralen Seite ist das Periost beim Entstehen der Fraktur tief eingerissen (*m*), während auf der pektoralen Seite das Periost verschont geblieben ist

und sogar die dicke periostale Osteoidauflagerung (*b*) bloß abgehoben, aber nicht zerrissen worden ist (*e*). Der Effekt dieses Verhaltens ist dann der, daß der Callus, der fast ausschließlich knorpelig, kalklos und sehr reichlich ist, auf der Seite, wo das Periost zerrissen ist, in zwei isolierten Inseln vorliegt (*k, o*), die durch eine junge bindegewebige Periostnarbe (*l*) getrennt sind, während auf der anderen Seite die Knorpelmasse sich ununterbrochen von einem zum anderen Fragment hinüberschwingt (*c* bis *g*) und auf das präexistente periostale Osteoid (*e*) aufgelagert ist. Knochengewebe spielt im Callus vorerst noch eine sehr geringe Rolle, liegt periostal, weiter ab von der Frakturstelle in der Verlängerung des Knorpelcallus und ist ganz kalklos. Von enchondraler Ossifikation ist noch nichts zu sehen. Das Osteoid, das nur an ganz kalklosen Balken gemessen werden konnte, worauf die Zahlen halbiert wurden, ist nach 18 Messungen im Durchschnitt 32·9 μ dick, 64 μ maximal, 8 μ minimal.

* * *

Fall 22. Bei der Obduktion fanden sich an sehr vielen Rippen zahlreiche, harte, kleine und einige große weiße Callus. Es wurde eine größere Zahl der Spontanfrakturen histologisch untersucht, und zwar solche, die mehr in hinteren und auch solche, die in vorderen Anteilen der Rippe sitzen und dabei sah man, daß die einzelnen Callus sich mehr nach dem Grade ihrer Entwicklung, als nach dem Alter unterschieden. Ist die Veränderung geringgradig, so ist im Schnitt die Corticalis beider Seiten leicht verdickt und in eine dichte Spongiosa aufgelöst. Diese springt bei stärkerer Entwicklung stark in die Markhöhle vor und bei den größten Callus kommt es dann zu einer Vereinigung beider in Form einer schmalen Callusbrücke (Fig. 17 *f*), welche also die Markhöhle auf eine kurze Strecke ganz unterbricht. Nach außen aber prominiert der Callus entweder gar nicht (*a*) oder wenig (*b*). In etwas jüngeren Callus ist diese Knochenbrücke aus einer dichten, in etwas älteren Callus aus einer mehr lockeren Spongiosa mit weiten Räumen aufgebaut, die dann sehr gut zum atrophischen Knochen paßt. Knorpelcallus ist auch nicht in Resten zu sehen. Die Callusentwicklung ist im allgemeinen als dürftig zu bezeichnen, Osteoblasten fehlen ganz, Osteoklasten sind aber ungewöhnlich oft anzutreffen, sind jedoch nie groß und plump, sondern liegen platt dem Knochen an, sind dunkel und haben auch hier zuweilen Kerne, die denen der Plasmazellen gleichen. Also in den Callus, sowie in den Rippen überhaupt ein starkes Überwiegen der Abbauvorgänge. Das Knochengewebe weist mäßig viele Kittlinien auf, ist von reifem Typus, nur stellenweise sind die Knochenzellen etwas größer und zahlreicher. Die Menge des Osteoids ist in den Callus stets sehr ansehnlich (Fig. 17 *a, b*), die Kalkgrenze sehr breit und grobkörnig und selbst der kalkhaltige Knochen ist oft unvollständig verkalkt, nämlich nach Art des rachitischen Dentins globulär gebaut oder von kalklosen Streifen durchzogen. Das Osteoid hat die ausgesprochene Tendenz, die Äquatorialebene des Callus einzunehmen und überdies die der Rippenoberfläche näher gelegenen Teile vorzuziehen (Fig. 17 *a, b, c*). Das hat zur Folge, daß die Brücke in der Mitte ihrer Dicke, namentlich in den äußeren Partien kalklos ist (Fig. 17 *a, b, c*), während die gegen die Markhöhle sehenden Oberflächen der Brücke (Fig. 17 *d, e*) verkalkt sind. Durch diese Osteoidmasse ziehen kalkhaltige Verbindungsstreifen, die sich vom oberen zum unteren verkalkten Rande spannen. Diese Verbindungsstreifen sind zum Teil frakturiert, zu blauem Detritus zermalmt und von da an gehen auch kurze Risse ins Osteoid hinein. Ist die Fraktur ausnahmsweise mit einer stärkeren winkeligen Knickung der Fragmente verbunden, so hat der Callus ganz anderen Charakter: Die winkelig gestellten Fragmentenden sind schon so stark lacunär abgebaut, daß sie weit auseinanderstehen und die Vereinigung der Fragmente wird, wie gewöhnlich, von dem auf der konkaven Seite stärker entwickelten periostalen Callus übernommen. Die Dicke des Osteoids beträgt in den Callus nach 21 Messungen 91·4 μ im Durchschnitt, 256 μ im Maximum, 16 μ im Minimum.

* * *

Fall 23. Bei der Obduktion wurden zwei kleine Callus an den Rippen linkerseits und schon vorher bei der Operation einer an der linken Fibula gefunden. Alle drei bieten im wesentlichen einen ähnlichen histologischen Befund. Die Rippenfrakturen betreffen den hinteren Anteil des Rippenschaftes und mikroskopisch sieht man eigentlich nichts weiter, als daß das einemal auf der pektoralen, das anderemal auf der pleuralen Seite die Corticalis verdickt ist. Diese Verdickung springt mehr gegen die Markhöhle als gegen die periostale Oberfläche vor, ist der Hauptsache nach verkalkt und weist nur in der Äquatorialebene eine namhafte Osteoidmenge auf. Die Osteoiddicke beträgt nach sechs Messungen 69·3 μ im Durchschnitt, 128 μ maximal, 16 μ minimal.

B. Das histologische Bild der rachitischen spontanen Rippenfraktur.

Unter unseren 15 Rachitistieren wurden Spontanfrakturen der Rippen nur dreimal vermißt, und zwar in zwei Fällen mäßiger (Fall 12, 14) und in einem Falle (16) schwerer Rachitis. Die Zahl der Frakturen hängt im allgemeinen vom Grade der Rachitis ab. Unter den Fällen fanden sich zwei (10, 11) mit nur je einer, zwei (9, 15) mit je fünf Frakturen und nur im Falle 13 wurden ihrer 13 gezählt. Unter den schwereren Fällen jedoch waren einmal nur drei Frakturen vorhanden, und zwar war dies die erst junge, wenn auch hochgradige Rachitis des Falles 21. Sonst fanden sich einmal 7 (Fall 20), einmal 17 (Fall 17), einmal 30 (Fall 18) Frakturen und im schwersten Falle 19 gar waren sie so zahlreich, daß sie nicht mehr gezählt wurden, denn an jeder Rippe fanden sich ein bis fünf Frakturen. Auch bei unseren mit Marasmus kombinierten Fällen waren spontane Rippenfrakturen vorhanden, und zwar nur zwei im Falle 23 und zahlreiche an sehr vielen Rippen des Tieres 22, dessen Rachitis durch den hochgradigen Marasmus im Rippenbilde in weitgehendem Grade maskiert war, aber an den Backenzähnen als sehr hochgradig erkannt worden war. Eine große Zahl von Spontanfrakturen läßt also auf eine schwere Rachitis selbst dann schließen, wenn augenblicklich das histologische Bild des Skelettes nicht mehr auf schwere Rachitis hindeutet.

Makroskopisch variiert der Callus in seinem Umfang von kaum wahrnehmbarer Größe bis zu groben, sehr auffallenden, weißlichen Verdickungen des Rippenschaftes. Bei der Sektion ist es am leichtesten und bequemsten sie von der pleuralen Fläche aus zu finden. Bevorzugt ist der rückwärtige Schaftabschnitt der Rippe. Nur manchmal finden sich daneben auch in seinem vorderen Abschnitte Frakturen, wo sie sich übrigens bei der makroskopischen Betrachtung infolge ihrer Unscheinbarkeit der Wahrnehmung entziehen können und so erst histologisch aufgefunden werden (Fall 13, 18). Hier können sich Spontanfrakturen nicht nur im Schaft, sondern auch im Bereiche der sekundären Spongiosa finden.

Sind auch die Rippen die weitaus häufigste Fundstätte für rachitische Spontanfrakturen, so sind sie nicht die einzige. Im Falle 23 fand sich zum Beispiel eine Spontanfraktur an einer Fibula und im Falle 17 am Zungenbein. Bei schon vor längerer Zeit untersuchten rachitischen Ratten, die aber in das vorliegende Material nicht aufgenommen wurden, fanden sich gelegentlich Spontanfrakturen der Tibia und Fibula mit stark winkeliger Knickung der Fragmente, wobei sich der Winkel nach rückwärts öffnete; ferner Frakturen der Vorderarmknochen, des Sternum und mancher anderer Knochen neben Verbiegung der Scapula bald nach innen, bald nach außen.

An seinem sehr reichen Untersuchungsmaterial spontaner und durch Impfung erzeugter Osteomalacie und Rachitis bei der Ratte sah Morpurgo die folgenden Knochendeformitäten: Kyphoskoliose, muschelförmige Verbiegung der Scapula bei alten Tieren nach innen, bei jungen nach außen, die Rippen mit mehrfachen Frakturen und gegen den knorpeligen Teil verstellt, Frakturen und Verbiegungen der Vorderarm- und Unterschenkelknochen, an den letzteren der Knickungswinkel stets nach hinten offen.

Wie die folgenden Ausführungen und unsere Figuren 10 bis 17 zeigen, ist das Alter der Fraktur sehr verschieden. Bald sind in einem Falle alle älter (Fall 18, 20, 23), bald alle mehr weniger jung (Fall 17, 19, 21), bald gibt es im selben Falle junge und alte Frakturen nebeneinander (Fall 9, 13, 15).

Im allgemeinen ist der junge Callus dadurch charakterisiert, daß die Bruchfläche am alten Schaft noch nachweisbar, der Callus selbst noch sehr dicht, ungegliedert, frei von Umbau und besonders kalkarm oder kalklos ist (Fig. 10 bis 12). Im alten Callus ist die Bruchfläche des alten Schaftes nicht mehr auffindbar (Fig. 15 bis 17), der Callus selbst ist schon lockerer, zarter gegliedert, mit Umbauerscheinungen (Fig. 14) und mehr kalkhaltig (Fig. 15 bis 17). Sind alle oder nur ein Teil der Frakturen alt, so spricht das immerhin für einen etwas längeren, wenn auch nicht unbedingt für einen sehr langen Bestand der Rachitis.

Der Umbau ist ein Zeichen längeren Bestandes eines Callus, denn er setzt normaliter erst ein, wenn der primitive, übermäßig dichte, unvollkommen konstruierte, aber rasch aufgebaute und verkalkte Callus

seine Aufgabe, die Fragmente rasch und fest zu vereinigen, erfüllt hat. Durch den Umbau wird dieser in den vollkommener konstruierten, aber langsamer sich aufbauenden definitiven Callus überführt. Bei Rachitis setzt dieser Umbau darum später ein als normal, weil der primitive Callus infolge sehr verlangsamter Kalkablagerung, seine Aufgabe, die Fragmente nach Möglichkeit fest zu vereinigen, erst sehr spät und unvollkommen erreicht. Und wenn trotzdem bei Rachitis schon Umbau zu sehen ist, so deutet das auf einen immerhin langen Bestand der Fraktur. Aber übermäßig lange Zeit ist dazu nicht erforderlich, nur ganz frisch kann ein Callus mit Umbau bei Rachitis nicht sein, während beim normalen Tier schon ein 15tägiger Callus reichlich Umbau zeigt.

Wenn aber ein alter, schon Umbau zeigender, rachitischer Callus noch immer viel Osteoid enthält, so kommt das eben daher, daß es im Wesen des Umbaues liegt, daß immer neue Apposition vor sich geht, die ja bei Rachitis immer übermäßig lange kalklos bleibt.

Die Anwesenheit nur frischer Frakturen schließt naturgemäß den langen Bestand der Rachitis nicht aus. Im Falle 21 aber, von dem wir wissen, daß die Rachitis noch jung war, stimmt es mit allen anderen Befunden des Falles, wenn auch die Frakturen noch ganz jung und überdies erst spärlich waren. Wenn wir, wie zum Beispiel im Falle 15, neben älteren, relativ gut kalkhaltigen auch solche Callus haben, die frisch und trotz dicker Knochenbalken noch ganz kalklos sind (Fig. 10), so deutet das zumindest darauf hin, daß zum Schluß noch immer die Kalkstörung fortbestanden hatte. So erlaubt uns die Betrachtung der Spontanfraktur oft etwas tiefer den Fall zu erfassen, als dies sonst möglich wäre.

* * *

Die Bruchstelle der alten Corticalis ist im jüngeren Heilungsstadium noch deutlich wahrnehmbar als verschieden weit klaffender, in der Regel schräg (Fig. 10 *c*, *c*, 11 *d*, 12 *FS*), selten im Zickzack verlaufender Spalt. Dieser ist bei Infraktionen, welche in drei Fällen gesehen wurden (Fig. 10 *a*), nur auf einer Corticalisseite, und zwar vorwiegend auf der pektoralen zu sehen, bei kompletten Frakturen im Schnitt auf beiden Seiten, und zwar meist in etwa gleicher Höhe (Fig. 10 bis 12); selten ist die Frakturstelle auf beiden Seiten sehr verschieden hoch, also ein Schrägbruch (Fall 21). Im Frakturspalt oder noch häufiger an den Spaltecken findet sich noch ein dunkelvioletter oder blauer Detritus (Fig. 10 *d*, *d*, 11 *f*, *m*, 12 *D*, *D*), der auch kleine, nekrotische Knochensplitter enthalten kann. Neuestens betont v. Recklinghausen, daß man beim Kind im Callus den Frakturspalt der noch erhaltenen Corticalis makroskopisch wahrnehmen kann, und zwar einseitig bei Infraktionen und beiderseits bei Querbrüchen. Ist aber der Frakturspalt nicht zu sehen, so ist er eben »unter den regenerativen Produktionen verschwunden«.

In jenen Fällen, in denen infolge des geringen Alters der Fraktur die Bruchenden der Corticalis noch nicht abgebaut sind, erscheinen diese recht oft nekrotisch, was offenbar auf die Weise zu erklären ist, daß bei der dem Bruche vorangehenden Abbiegung der Corticalis die Zellhöhlen verengt und dabei die in sie eingeschlossenen Knochenzellen so gequetscht werden, daß sie der Nekrose verfallen.

Bei längerem Bestande der Fraktur machen sich an der alten Corticalis Erscheinungen des Abbaues bemerkbar, und zwar an jenem ganzen Abschnitte derselben, der in den Callus eingeschlossen, also entlastet ist. Man begegnet öfter dem regsten lacunären Abbau mit voll entwickelten Osteoklasten, die von der Bruchfläche, der periostalen (Fig. 13 *b*) und namentlich der endostalen Seite her (Fig. 11 *h*, *i*) die alte, kalkhaltige Corticalis abnagen. Die ausgehobenen Lacunen werden erst mit Bindegewebe (Fig. 11 *h*, *i*), dann mit Osteoid (Fig. 12 *c*) ausgefüllt uud so allmählich der alte Schaft durch Callus ersetzt. Da der Abbau oft weiter weg von der Bruchstelle, aber noch im Callusbereiche, erfolgt, so ereignet es sich, daß das nekrotische Fragmentende mit der Bruchfläche vom übrigen Schaft ganz abgetrennt wird (Fig. 11 *r*) und indem an der Unterbrechungsstelle Osteoid auftritt (Fig. 12 *c*), verbindet dieses den periostalen Callus (Fig. 12 *a*) mit dem endostalen (*e C*), und damit beginnt sich die Spur der alten Corticalis zu verwischen. Es kommt schließlich dahin, daß der ganze, im Callusbereiche befindliche Corticalisabschnitt mitsamt der Bruchstelle verschwunden und vom Callus ersetzt ist, und dann hat es den Anschein,

als ob die alte Corticalis allmählich in den Callus übergehen, sich sozusagen in ihn auflösen würde (Fig. 15 bis 17) und man ist dann nicht mehr in der Lage, die Bruchstelle zu erkennen. Handelt es sich aber um ein gleich altes Stadium einer Infraktion, so sieht man, wie die Corticalis nur auf der einen Seite des Längsschnittes an einer zirkumskripten Stelle verdickt und in eine Spongiosa aufgelöst ist, die sowohl gegen die Markhöhle als auch nach außen vorspringt. Nur durch Übergangsbilder gelangt man dahin, solche Bilder richtig zu deuten. M. B. Schmidt schildert die Herstellung der alten Knochenkontinuität in der Weise, daß der Umbau den Callus und die alte Corticalis betrifft, wobei sich die Markräume beider vereinigen und durch gemeinsame Lamellen ausgefüllt werden.

War die periostale Oberfläche des Rippenschaftes schon vor der Fraktur von einer dicken Osteoidmasse überzogen, was namentlich auf der pektoralen Seite der Fall zu sein pflegt, so muß dieselbe im Entstehen der Fraktur nicht mit zerreissen, sondern kann samt dem Periost stehenbleiben (Fig. 11 *e*, 13 *p O*). Besteht dabei eine winkelige Knickung der Fragmente, so ist das präexistierende periostale Osteoid an der konvexen Seite straff über den Bruchwinkel gespannt (Fig. 13 *p O*), an der konkaven Seite jedoch in herausspringende Falten gelegt. Für die rasche Vereinigung der Fragmente ist dies darum von Vorteil, weil der vom nicht zerrissenen Periost sich entwickelnde Callus schon von Haus aus in einem Stück sich von einem Fragment zum anderen spannt (Fig. 11 *g*). Bei Zerreissung des Periostes aber (Fig. 11 *m*), wie das bei unseren Fibulafrakturen typisch war, wird der Callus in zwei getrennten Stücken vom Periost erzeugt (Fig. 11 *k, o*), deren Vereinigung erst sekundär und mühsam erfolgt.

Die Stellung der Fragmente war sehr verschieden. Bei Infraktionen war niemals eine Verschiebung der Fragmente zu konstatieren (Fig. 10 *a*), ebensowenig aber auch bei kompletten Frakturen (Fig. 10, 12, 15, 16, 17). Seitliche Verschiebungen der Fragmente kamen zuweilen, aber nie in erheblichem Grade vor (Fig. 11). Winkelige Stellung der Fragmente war jedoch öfter zu konstatieren (Fig. 13, 14) und manchmal in einem nicht unerheblichen Grade. Der Winkel öffnete sich öfter gegen die Pleura als nach außen. Auf der konkaven Seite waren die Bruchenden, wie immer in einem solchen Falle, übereinander geschoben, das eine von beiden ins Mark eingespießt (Fig. 13 *a*) und der Callus, wie allgemein bekannt, auf der konkaven Seite viel stärker entwickelt (Fig. 13 *KC*, 14 *d*) als auf der konvexen (Fig. 13 *p C*, 14 *f*). Nachdem der Callus der konkaven Seite durch Umbau mit seiner statischen Funktion entsprechenden Strebebalken (Fig. 14 *l*) ausgestattet worden ist, wird die dadurch entlastete alte Corticalis derselben Seite abgetragen, so daß sie in Fig. 14 zum Beispiel bei *b* endet, während der ursprünglich auf sie apponiert gewesene Callus (*c*) seiner ehemaligen Unterlage beraubt, in geradem Zuge die ehemalige Markhöhle abschließen hilft.

Das Verhalten der großen Markhöhle und des Markes ist sehr verschieden. Nur ausnahmsweise bleibt die Markhöhle ganz offen und der zellige Charakter des Markes unverändert (Fig. 14 *k*). Meist ist die Markhöhle durch den enostalen Callus wenigstens etwas verengt und dies ist selbst bei Infraktionen der Fall (Fig. 10 b_2). Bei vollständigen Querbrüchen jedoch kommt es häufig dazu, daß der enostale Callus beider Seiten sich vereinigt (Fig. 10 *f*), wodurch die Markhöhle vollständig unterbrochen wird. In Fig. 10 (*f*) sieht man das schon in einem sehr frühen Stadium erfolgt, aber noch sehr geringgradig, im Falle 12 (*e C*) in einem schon vorgeschrittenen Stadium und schon mehr ausgiebig, wobei es aber noch klar ist, daß der Verschluß durch Konfluenz des enostalen Callus zustande kam. In einem noch vorgeschritteneren Falle ist die Markhöhle in noch ausgedehnterem Grade unterbrochen (Fig. 15), aber infolge vorgeschrittenen Umbaues ist es nicht mehr zu sehen, daß dies durch den enostalen Callus zustande gekommen ist. Es gibt endlich Fälle, in denen der Callus in Form einer queren Brücke die Markhöhle unterbricht (Fig. 16, 17). Schon in sehr frühen Stadien begegnet man ferner im Frakturbereiche einer fibrösen Umwandlung des zelligen Markes (Fig. 10 *h*, 11 *n*, 13 *fM*). Dieses fibröse Mark weist oft zahlreiche Mitosen auf und stellt frühzeitig eine bindegewebige Vereinigung der Fragmente her. Über das fibröse Mark bei Rachitis im allgemeinen, nicht gerade bei den Frakturen, sagt Schmorl, es sei nicht Entzündungseffekt, sondern eine Folge mechanischer Einwirkungen. Das Verhalten bei der Fraktur ist

der schönste Beweis für die Richtigkeit dieser Deutung, und zeigt zugleich, wie rasch diese Umwandlung des zelligen zu fibrösem Mark erfolgt.

Der enostale Callus spielt bei den spontanen Rippenfrakturen durchaus nicht eine so untergeordnete Rolle, wie bei den operativen Fibulafrakturen. Am einfachsten überzeugt man sich davon bei Betrachtung einer frischen Infraktion (Fig. 10 *a*), wo der enostale Callus (b_2) in nichts gegen den periostalen (b_1) zurücksteht, und auch ebenso ungegliedert, dicht und arm an Gefäßkanälen ist, wie dieser. Bei einer Infraktion kann im Niveau der Fraktur auch auf der nicht gebrochenen Seite das Endost einen geringen Callus hervorbringen. Bei totalem Querbruch spielt sich (Fig. 10) im Längsschnittbilde dasselbe ab, wie bei der Infraktion, aber auf beiden Seiten und so kommt es sehr bald zur Verschmelzung des enostalen Callus in der Markhöhle. In Fig. 12 sieht man auch noch, wie jede Corticalis für sich im Bruchbereiche außen vom peri-, innen vom enostalen Callus eingehüllt ist. Wenn hier der letztere an Mächtigkeit gegen den ersteren schon deutlich zurücktritt, so hat das nur darin seinen Grund, daß die fixe Weite der Markhöhle der Größenentfaltung des enostalen Callus eine Schranke setzt, während dem periostalen Callus keinerlei raumbeschränkendes Hindernis im Wege steht. In vorgeschrittenen Stadien der Heilung ist es meist nicht mehr möglich, genau anzugeben, wieviel vom Callus auf seinen enostalen Teil fällt (Fig. 15), daß es aber darunter auch Fälle gibt, bei denen der enostale Callus eine dominierende Rolle spielt, belehren uns die Fig. 16 und 17.

* * *

Wie wir schon gehört haben, spielte in den Fibulafrakturen der Knorpelcallus bei den Rachitistieren eine viel geringere Rolle als bei den normalen und dies ist bei den rachitischen Spontanfrakturen der Rippen ganz ebenso der Fall. Unter unseren acht Figuren ist Knorpelcallus nur dreimal zu sehen (Fig. 11, 13, 16). Er fehlt häufig überhaupt ganz oder spielt quantitativ eine geringe Rolle (Fig. 13 *KC*). Im Falle 21 war aber ganz ausnahmsweise der sehr üppige junge Callus fast ausschließlich aus Knorpel aufgebaut (Fig. 11 *c, g, o, k*). Im Falle 19 war ferner ausnahmsweise und in sehr geringer Menge Knorpel auch im enostalen Callus zu sehen. Bei winkeliger Stellung der Fragmente bevorzugte der Knorpel, wie bei den Fibulafrakturen, die konkave Seite (Fig. 13 *KC*), wo er vom knöchernen Callus (*c*) eingeschlossen und überlagert ist. Da wir wissen, daß die Entstehung des Knorpelcallus hauptsächlich durch das Aneinanderreiben der Fragmente zu erklären ist, werden wir es leicht verstehen, warum bei den spontanen Rippenfrakturen der Knorpelcallus eine so geringe Rolle spielt. Bei diesen Frakturen, die überdies meist eigentlich Infraktionen sind, bleibt das Periost in der Regel in seiner Kontinuität gewahrt und die Dislokation der Fragmente fehlt also meist ganz. Es wird daher auch das Aneinanderreihen der Fragmente nur gering sein und damit auch die Menge des Knorpelcallus.

Die Knorpelzellen waren groß, rundlich und blau, die Grundsubstanz spärlich und blau, hyalin, ebenfalls blau und nur manchmal verkalkt. Die verkalkten Gebiete zeigten entweder keine scharfen Grenzen, oder diese traten, wie typisch für Rachitis, scharf hervor und waren zackig, krümelig. Auch isolierte Kalkkörner fand man zuweilen in der Grundsubstanz vor. Der vasculäre Knorpelabbau fehlte entweder vollständig oder er war nur an vereinzelten Stellen anzutreffen. Nur ausnahmsweise (Fall 10) sah man im verkalkten Knorpel viele, durch vasculären Abbau entstandene, große Höhlen im Knorpel, die aber nicht nur Gefäße, sondern auch Bindegewebe enthielten. Es entspricht der geringen Knorpelentwicklung in den rachitischen Spontanfrakturen der Rippen vollständig, daß man enchondralem Callus nur sehr selten und in geringer Menge begegnet. Er ist, wie gewöhnlich, durch dunkelblaue, verkalkte, globulär begrenzte Knorpeleinschlüsse charakterisiert (Fig. 16 *e*), während der Knochenanwurf meist ganz kalklos ist (Fig. 16), selten partiell verkalkt. Unverbraucht liegen gebliebene Knorpelzellen sind nur ausnahmsweise anzutreffen.

* * *

Der periostale knöcherne Callus stellt meist schon in den ersten Stadien seiner Entwicklung eine kontinuierliche Verbindung zwischen den Fragmenten her (Fig. 10, 12), worin ein Gegensatz zu den bei den Fibulafrakturen gewonnenen Bildern liegt. Die Erklärung dafür ist die gleiche, wie sie oben gelegentlich des knorpeligen Callus der Fig. 11 (*g*) gegeben wurde, nämlich das Ausbleiben der Periostdurchtrennung bei der Knochenfraktur, so daß das in seiner Kontinuität gewahrte Periost einen schon von Haus aus ebenso kontinuierlichen Callus hervorbringt.

Die Menge des periostalen knöchernen Callus ist meist recht ansehnlich (Fig. 12, 15), was seinen Grund im mangelhaften Kalkgehalt hat. Bei Marasmus ist auch der Callus dürftig ausgefallen, und im Falle 21 (Fig. 11) tritt ganz ausnahmsweise der knöcherne periostale Callus (*p*) gegen den knorpeligen (*o*) stark in den Hintergrund.

Bei korrekter Stellung der Fragmente fällt die durch den Callus erzeugte spindelige, meist ganz ansehnliche Knochenauftreibung auch ganz ebenmäßig aus. Wie schon beim enostalen Callus erwähnt, kommt es nach lacunärem Abbau des im Callus steckenden Corticalisabschnittes zu einer Vereinigung des peri- und enostalen Callus (Fig. 12*c*), so daß in späteren Stadien (Fig. 15 bis 17) nicht mehr zu sagen ist, wo sich beide gegeneinander und gegen die Corticalis abgrenzen. Ein so vorgeschrittenes Stadium zeigt Fig. 15, an der der Callus so aussieht, wie wenn sich die Corticalis in eine dichte, an der Oberfläche prominierende und auch die Markhöhle erfüllende Spongiosa auflösen würde.

Der Bau des periostalen knöchernen Callus ist, namentlich in den jüngeren Stadien und bei den schweren Fällen, so dicht, ungegliedert, kompakt (Fig. 12*pC*) und von so spärlichen und engen Gefäßkanälen (*d*) durchzogen, daß er als sklerotisch bezeichnet werden muß. Im verkalkten Zustande gäbe das ein eburneiertes Knochengewebe. v. Recklinghausen nennt bezeichnenderweise das Callusosteoid auch »Sklerosteoid«, so dicht und feinporig ist es auch beim rachitischen Kind. Aber in den älteren Stadien und namentlich bei leichteren Rachitisfällen, also besserer Verkalkung, ist der Callus (Fig. 14) zart gegliedert, die Bälkchen (*d*) sind schmal und stehen locker, die Markräume (*g*) sind weit, und es sind Stützstrukturen erkennbar, wie zum Beispiel in Fig. 14 der in gerader Linie an der äußersten Callusperipherie der konkaven Seite gelegene, auf die beiden winkelig gestellten Fragmente sich aufstützende Knochenbalken (*l*).

Zwischen den beiden in den Figuren 12 und 14 dargestellten Extremen gibt es in bezug auf Gliederung und Dichtigkeit des Callus alle Übergänge. Es ist kein Zufall, daß zur Gegenüberstellung der zwei Extreme die Fig. 10 und 14 herangezogen wurden. Gehört doch die erstere dem schwersten Rachitisfalle 19 an, während die Fig. 14 dem Falle 9 entnommen ist, der der leichteste Rachitisfall der ganzen Reihe ist. Es drückt sich darin aus, daß neben dem geringen Alter der Fraktur vor allem die Kalkarmut des Callus es ist, welche seine maximale Dichtigkeit zur Folge hat, während bei besseren Kalkverhältnissen ein zarter gegliederter Callus resultiert. Schon bei der sekundären Spongiosa der Rippen und dem Fibulacallus sind wir zu gleichen Resultaten gelangt.

Das die Callusbälkchen aufbauende Knochengewebe war, namentlich in den verkalkten Balkenzentren, öfter von unreifem und besonders in den kalklosen Säumen von reifem Charakter. Nach v. Recklinghausen ist es beim Kind meist lamellär, zuweilen geflechtartig. Im Falle 20 konnte vielfach Nekrose der Callusbälkchen erhoben werden, die sich in verkalkten Partien daran erkennen ließ, daß die Zellhöhlen wie leer erschienen, die Knochenzellen also unfärbbar waren, in kalklosen aber sah man selbst die leeren Zellhöhlen nicht. Sie dürften kollabiert gewesen sein. Die Ursache der Nekrose war wohl zweifellos Quetschung gelegentlich der Bewegung der Fragmente. Erscheinungen vor sich gehenden oder stattgehabten Umbaues waren am Callus nicht selten, aber nur bei längerem Bestande desselben zu finden, während v. Recklinghausen die auf Umbau hindeutenden Osteoklasten und Kittlinien beim Kind vermißte.

Die Zahl und Weite der Markräume variiert in weiten Grenzen. Bald sind sie so eng (Fig. 12*d*), daß man sie nur als Gefäßkanäle ansprechen kann, und dabei sind sie bald zahlreich, bald spärlich (Fig. 12). Sie enthalten dann außer dem engen Gefäß und einer ganz geringen Menge von Bindegewebe nur selten Osteoblasten, die dann meist aus Gründen des schon sehr beschränkt gewordenen Raumes

ganz kümmerlich geworden sind. Ist aber der Callus zart gegliedert, so sind die Markräume weit und können zelliges und Fettmark enthalten (Fig. 14 *g*). In größeren Markräumen sind dann die Osteoblasten, wenn vorhanden, kräftig entwickelt. Auch Osteoklasten kommen, namentlich im älteren Callus, vor, wo sie auch kalklose Balken abbauen. Im Callus des marantischen Tieres 22 waren Osteoklasten, so wie sonst in der Rippe, ungewöhnlich oft zu sehen, ein Zeichen des Überwiegens des Abbaues über den Anbau.

Splittern begegnen wir bei den spontanen rachitischen Rippenfrakturen der Ratte, genau so wie v. Recklinghausen bei der Kinderrachitis, nur ganz selten, ohne daß sie sonst besonderes darbieten würden.

* * *

Bevor wir zur Besprechung der Kalkverhältnisse übergehen, wollen wir noch eine besondere Form des Callus betrachten, die in den Fig. 16 und 17 wiedergegeben ist, und der wir die in der Fig. 12 wiedergegebene mehr gewöhnliche Callusform gegenüberstellen wollen. Allerdings ist zu bedenken, daß wir in Fig. 12 ein verhältnismäßig noch frühes, in den Fig. 16 und 17 aber zweifellos ein älteres Heilungsstadium vor uns haben.

Der in Fig. 12 dargestellte Typus ist durch eine mächtige spindelige Knochenauftreibung charakterisiert, die ein Effekt des stark entwickelten periostalen Callus ist. Im Längsschnitt aber ist jeder der beiden Corticalisstreifen für sich sowohl von der Peri- als auch von der Endostfläche in einen im Schnittbild spindeligen Callus eingehüllt und beide Spindeln verschmelzen in der Markhöhle, diese ausfüllend.

Da die Fraktur dem Tier 19 angehört, bei dem die Kalkstörung den höchsten Grad erreicht hat, so ist der Callus der Hauptsache nach kalklos (*pC*) und die erste extensiv und qualitativ allerdings noch geringfügige Verkalkung (*a*, *b*) beansprucht darum unser Interesse, weil sie nicht etwa den ältesten, dem alten Schaft unmittelbar anliegenden Callusteil betrifft, sondern im Gegenteil die Callusperipherie bevorzugt. Namentlich links (*b*) bildet der Kalkstreifen einen Bogen, der sich mit seinen Enden auf die alte Corticalis aufstützt, rechts (*a*) ist der Bogen erst fragmentär entwickelt und überdies darum viel kürzer angelegt als der linke, weil er bloß den einen Frakturspalt (*FS*) überwölbt, der linke aber die beiden Frakturen *F* und *D*. Nach der äußeren Grenzlinie des Kalkstreifens *b* ist es klar, daß sie vor kurzem erst identisch war mit der äußersten Oberfläche des periostalen Callus selbst, während sie augenblicklich von der jüngst dazugekommenen, noch ganz kalklosen Callusschicht (*e*) überlagert worden ist. Im Gegensatz zum periostalen Callus ist der enostale aber völlig kalklos (*eC*). Nach den vielen Beispielen, die wir schon kennen gelernt haben, erscheint uns aber hier diese Kalkverteilung nur im periostalen Callus und nur in seiner Peripherie als selbstverständlich, denn dies ist der Ort stärkster statischer Beanspruchung auf Biegungs- und Strebfestigkeit, die ein auslösendes Moment für die lokal bevorzugte Verkalkung darstellt.

Die interessanteste Eigenheit der Kalkverteilung ist hier aber der Umstand, daß der recht dicke, dem alten Schaft zunächst liegende somit älteste Teil des periostalen Callus (Fig. 12 *pC*) kalklos, der sicher jüngere (*a*, *b*) aber verkalkt ist. Dafür muß umsomehr eine Erklärung gesucht werden, als bei dem oft sehr hohen, von der menschlichen Rachitis her bekannten periostalen Osteophyt, das genau so liegt, wie unser periostaler Callus, nach Virchow und Pommer die Verkalkung in der Tat da liegt, wo man sie auch von vornherein erwarten muß, nämlich in den ältesten, der Corticalis zunächst gelegenen Anteilen.

Wenn bei normalen Kalkverhältnissen zufolge irgend einer Entzündung auf einem langen Röhrenknochen eine periostitische Knochenauflagerung entsteht, so verkalkt sie mit der Zeit vollkommen und weil sie an der äußersten Knochenperipherie liegt, also an einer Stelle, die wir als die meistbeanspruchte schon kennen, übernimmt sie auch die statische Funktion und die zentral liegende, alte Corticalis verfällt infolge Entlastung, nach Roux infolge Reizentziehung, der Inaktivitätsatrophie, was ja eine typische Erscheinung ist.

Warum bei Rachitis eine periostale Knochenauflagerung entsteht, ist mit voller Sicherheit nicht zu sagen. Am plausibelsten erscheint es noch, dafür die Abnahme der Festigkeit der Corticalis verantwortlich zu machen, die mit dem allmälichen Umbau immer mehr vom alten kalkhaltigen Knochen einbüßt und bloß kalkloses dafür in Tausch nimmt. Wegen der bestehenden Kalkstörung verkalkt das Osteophyt zunächst nicht, kann darum trotz seiner peripheren Lage keine Funktion übernehmen und auch die alte Corticalis nicht entlasten. So wird der Zweck der Auflagerung durch die Kalkstörung vereitelt. Wenn aber mit der Zeit eine Verkalkung doch auch aufzutreten beginnt, so scheint dabei vor allem das Alter des Osteoids von Bedeutung zu sein. Je älter das Osteoid ist, desto mehr Gelegenheit hat es gehabt, jene uns unbekannten Eigenschaften zu erwerben, die zur Kalkablagerung führen, und da die ältesten Partien dem alten Schaft am nächsten liegen, so verkalken diese zuerst. Würde die Verkalkung aber durch den statischen Reiz hervorgerufen werden, so müßte sie in den von der Corticalis am entferntesten liegenden, also superfiziellsten Teilen der Auflagerung auftreten, was aber nicht der Fall ist. Es ist das wieder ein Beispiel dafür, daß der statische Reiz groß genug ist, um die Knochenproduktion mächtig anzuregen, aber zugleich nicht immer stark genug, um die der Verkalkung hinderlichen Momente zu überwinden und eine Verkalkung zu erzwingen. In ähnlicher Weise sahen wir auch im Fibulacallus unserer Rachitistiere den statischen Reiz allenthalben einen mächtigen Callus hervorbringen, dessen Verkalkung aber nur an solchen Stellen erzwingen, wo er in besonders heftiger Weise einwirkte (Fig. 8 p_1). Beim gewöhnlichen rachitischen Osteophyt ist aber der auf dieses einwirkende Reiz darum nicht heftig genug, da ja die alte Corticalis, wenn auch geschwächt, der Träger der mechanischen Aufgabe bleibt.

Anders ist es beim periostalen Callus der Ratte in Fig. 12. Dieser entsteht viel rascher als ein periostales Osteophyt, so daß Altersunterschiede zwischen tieferen und oberflächlichen Callusteilen, wenn sie auch zweifellos bestehen, nicht mehr stark genug ins Gewicht fallen, um eine Verkalkung der tiefsten, das heißt ältesten Teile nach sich zu ziehen. Umso heftiger aber wirkt der andere Faktor, der statische Reiz, denn der gebrochene alte Schaft hat seine mechanische Funktion zum größten Teil eingebüßt und damit entfällt ein umso größerer mechanischer Reiz auf den periostalen Callus, der der Art des Reizes entsprechend eben peripher verkalkt.

Von ganz anderem Charakter ist der Callus der Fig. 16 und 17. An der Außenfläche ist pektoral (Fig. 16 *g*, 17 *a*) so gut wie gar kein, pleural aber (Fig. 16 *f*, 17 *b*) eine mäßige Verdickung der Rippe bemerkbar. Das erinnert ganz lebhaft daran, daß schon die normale Rippe an der Knochenknorpelgrenze, die ein punctum minoris resistentiae ist, eine Verdickung aufweist, die infolge der gebogenen Form der ganzen Rippe an der pleuralen Seite größer ist als an der pektoralen. Makroskopisch wurden die in Rede stehenden Frakturen meist übersehen. Sie sind seltener, bevorzugen mehr den vorderen Rippenabschnitt und kommen bei leichter (Fall 13), schwerer (Fall 18) und bei mit Marasmus kombinierter Rachitis vor (Fall 22). Am Längsschnitt überrascht es, bei den geringfügigen äußeren Veränderungen im Knocheninnern eine Callusbrücke vorzufinden, die sich von der einen zur anderen Corticalis spannt, die Markhöhle vollständig unterbricht und plastisch gedacht ein verhältnismäßig dünnes, scheibenförmiges Diaphragma darstellt, das in der Rippenachse am dünnsten ist und gegen den Ansatz an der Corticalis zu deutlich dicker wird.

Es läßt sich durch Übergangsbilder zeigen, daß die Callusbrücke so entsteht, daß von der Innenfläche der Corticalis aus gegen die Rippenachse zu ein inneres Ringgesimse sich ausbildet, das durch zentrale Vereinigung zum kompletten Diaphragma wird. In Fig. 17 zum Beispiel steht diese Vereinigung erst knapp bevor, denn bei *f* ist die Markhöhle noch etwas durchgängig. In solchen Fällen löst sich im Schnittbild jeder der beiden Corticalisstreifen sozusagen in eine Spongiosa auf, die aber sonderbarer Weise gegen die Markhöhle viel stärker vorspringt als nach außen. Die Callusbrücke ist ein später Heilungszustand, denn die Bruchstelle der Corticalis ist nicht mehr zu sehen, der peri- und enostale Callus sind untereinander und beide mit der Corticalis einheitlich ohne die Möglichkeit der Grenzbestimmung verschmolzen und war Knorpelcallus vorhanden, so liegt er nur noch in Form konkav-globulärer Einschlüsse (Fig. 16 *e*) im Knochen vor.

Die Kalkverteilung in der Callusbrücke ist konstant die folgende: Die der Markhöhle zugewendeten Brückenränder (Fig. 16 *c*) sind ebenso gut verkalkt, wie die Corticalis (*b*) selbst und beide Verkalkungsgebiete gehen ineinander über, während die Brücke in der Mitte ihrer Dicke (Fig. 16 *d*) in ausgedehntem Maße osteoid ist und gegen die Außenfläche der Rippe (*g*) gewinnt das Osteoid noch an Mächtigkeit. Von dem einen verkalkten Brückenrand zum anderen spannen sich bald Züge aus verkalktem Knorpel (Fig. 16 *i*), bald solche aus verkalktem Knochen (Fig. 17 *g*), welche infolge der Fragmentbewegung gebrochen sein können, wobei das Osteoid auch etwas einreißt. Das gleiche Prinzip der Kalkverteilung ist auch in Fig. 17 unverkennbar, da aber das beiderseitige Innengesimse zentral noch nicht vereinigt ist, ist das Osteoid noch nicht kontinuierlich durch das Brückenzentrum zu verfolgen. Eine ähnliche Art der Kalkverteilung verrät sich andeutungsweise auch schon in Fig. 15. Die Menge des Osteoids muß, absolut genommen, in Fig. 16 und 17 als überraschend groß bezeichnet werden, wenn wir bedenken, daß erstere dem geringgradigen Rachitisfalle 13, letztere dem Marasmusfalle 22 entstammt, bei dem sonst in der Rippe die Osteoidmenge so gering war, daß die Rachitisdiagnose auf Schwierigkeiten stieß.

Wenn wir nun die Kalkverteilung in Fig. 12 und 17 vergleichen, so erblicken wir in beiden dasselbe Prinzip, aber die Ausführung ist eine andere. In Fig. 12 die äußere Peripherie des periostalen Callus kalkhaltig, alles andere, das heißt die inneren Teile des periostalen und der ganze enostale Callus vollständig kalklos. In Fig. 17 ebenfalls die superfiziellsten Anteile, aber nicht des auf, sondern des in der Rippe gelegenen, in die Markhöhle hineingebauten Callus verkalkt und gegen die Außenseite der Rippe zu der Callus kalklos. Fig. 17 ist sozusagen das invertierte Bild von Fig. 12 in mehr gedrungener Form. Beide Male zeigt sich eine Beziehung des kalkhaltigen Callusteiles zum alten Knochenschaft. Es ist nicht leicht zu sagen, warum die Lösung der Aufgabe das einemal so ganz anders erfolgt als das anderemal. Insbesondere erscheint uns das in den Fig. 16 und 17 wiedergegebene Bild eigenartig. Doch sind wir schon einmal auch diesem Bilde begegnet. Es sei nur an die im Abschnitt über die Rippen gegebene Fig. 18 (*f*) verwiesen, wo ebenfalls ein wenn auch viel schwächeres inneres Ringgesimse mit der gleichen Neigung, an der der Markhöhle zugewendeten Fläche zu verkalken, bestanden hatte, und ebenfalls ein Callus war. Aber dort war es klar, warum die Callusentwicklung in so auffallender Weise innenwärts gerichtet war. Da gab es nämlich ein mächtiges Knorpelmassiv, an dem der Callus eine Stütze fand. Ob auch bei unseren Callusbrücken etwa ein Spongiosabalken die gleiche Rolle spielte, läßt sich nicht sagen. Daß aber diese Callusart gerade gern in den vorderen Rippenabschnitten vorkam, würde dafür sprechen.

Wie sehr die Rachitis des Menschen und der Ratte einander gleichen, ist selbst in solchen Details zu sehen, wie es die eben geschilderten zwei Arten von Callus sind. v. Recklinghausen betont ausdrücklich, daß beim rachitischen Kind der Callus von außen sich entweder als spindelige Anschwellung präsentiert (unser erster Typus) oder als Querwulst (unser zweiter Typus). Der Querwulst läuft nur einseitig (Infraktion) oder zirkulär (kompletter Bruch). Namentlich mit diesem zweiten Typus befaßte sich v. Recklinghausen eingehend und unsere Befunde müssen mit den seinigen geradezu als identisch bezeichnet werden. Die Querwülste sah v. Recklinghausen namentlich bei mit Atrophie kombinierten Rachitisfällen und auch unsere Fig. 17 mit der stellenweise sehr dünnen Corticalis (*C*) stammt sogar von unserem Marasmustier 22. Die Fraktur soll in solchen Fällen bloß die Folge zu geringer Corticalisdicke sein, wofür auch unsere Figur mit der obwohl gut verkalkten, so doch sehr dünnen Corticalis spricht. An den zahlreichen Abbildungen v. Recklinghausens sieht man bei Infraktionen den Callus als zirkumskripte, einseitige Corticalisverdickung erscheinen, die, wie bei der Ratte, in die Markhöhle stark, nach außen minimal oder gar nicht vorspringt. Bei komplettem Bruch sieht man auch beim Kind am Längsschnitt das eben geschilderte Bild, aber auf beiden Corticalisseiten, und zwar in verschiedenen Stadien der Vereinigung durch die Markhöhle hindurch, woraus eine »Querplatte« resultiert, die die Markhöhle überbrückt und axial am dünnsten ist. Über die Kalkverhältnisse dieser Callusform finden sich aber bei v. Recklinghausen keine Angaben.

* * *

Außer dem bisher über das Osteoid Gesagten sei noch Folgendes bemerkt. Das Diagramm XXV (Tafel X) in dem der Wert für den Fall 20 ein Mittel aus vier gemessenen Callus darstellt und der Wert für den Fall 21 in Ermanglung osteoider Säume durch Halbierung der Breite vollkommen kalkloser Balken gewonnen wurde, zeigt uns, daß die Osteoidbreite im Callus der spontanen rachitischen Rippenfrakturen erheblich höher ist als im Fibulacallus (Diagramm XXIV). Der Fibulacallus ist, wenn ein Vergleich trotz des sehr verschiedenen und nicht genau bekannten Alters der Rippenfrakturen überhaupt gestattet ist, besser verkalkt als der Rippencallus. Ob das darauf beruht, daß der Callus an einem Extremitätenknochen zufolge stärkerer Beanspruchung einen Ort bevorzugter Kalkablagerung darstellt, ist nicht mit Sicherheit zu sagen.

Wenn wir die Breite des Osteoidsaumes im Fibulacallus und dem Rippencallus desselben Falles miteinander vergleichen, so war sie in der Rippe nur des Falles 17 etwas, und zwar um 7·1 μ kleiner, in allen anderen Fällen aber größer als in der Fibula. Die Breitendifferenz betrug in den Fällen 11 und 10 nur 5 und 6 μ, in den Fällen 9, 13, 18 und 15 schon 37, 48·4, 48·9 und 51·3 μ, und im Falle 11 gar 137·7 μ. Die Verkalkung im Rippencallus ist daher zum Teil sehr beträchtlich viel schlechter als im Fibulacallus.

Da im alten Callus der Kalkgehalt meist besser ist als im jungen, so wird außer dem Grade der Rachitis auch noch das Alter des Callus für seinen Kalkgehalt von Bedeutung sein. Darauf wird es auch beruhen, daß im Diagramm XXV mit dem Anstieg der Zahlen nicht zugleich auch der Rachitisgrad ansteigt. Doch belehren uns unsere Figuren, daß eine Abhängigkeit des Kalkgehaltes von der Schwere der Rachitis unverkennbar ist. So der relativ sehr gute Kalkgehalt im Callus des leichtesten Rachitisfalles 9 (Fig. 14), der schon viel geringere Kalkgehalt beim sehr schweren Fall 20 (Fig. 15) und der äußerst geringe Kalkgehalt im Falle 19 (Fig. 12), der der höchstgradige von allen war. Wenn aber dieser letztere Callus doch noch mehr Kalk enthält als der ganz kalklose des mäßigen Rachitisfalles 15 (Fig. 10), so kommt das eben daher, daß der in Fig. 10 dargestellte Callus eben viel jünger ist.

Bezeichnend für die Kalkarmut der Rippencallus ist der Umstand, daß der Knochenanwurf im enchondralen Callus zum Teil oder vollständig kalklos angetroffen wurde. An der Grenze zwischen kalkhaltigem und kalklosem Knochengewebe war die Übergangszone ausnahmslos pathologisch breit, selten feinkörnig, meist grobkörnig und im Falle 20 waren die Kalkkörner oval und parallel zur Faserrichtung der Grundsubstanz orientiert. Im gleichen Falle konnte man die erste Kalkablagerung im Osteoid in Form von Körnchen wahrnehmen, die die Knochenzellen umgaben. Im Falle 22 war endlich selbst der kalkhaltige Knochen nur unvollkommen kalkhaltig, von globulärer Struktur oder von kalklosen Streifen durchzogen. Bemerkenswert war es noch, daß da, wo kalkloses Callusgewebe (Fig. 13*pC*) präexistentem, periostalem Osteoid aufgelagert war (Fig. 13*pO*), beide daran unterschieden werden konnten, daß ersteres heller rot gefärbt war und zahlreichere, größere und hellere Knochenzellen enthielt.

IV. Über das calcioprotektive Gesetz.

Bevor wir die Besprechung der rachitischen Veränderungen des Skelettes verlassen und zu denen der Epithelkörperchen übergehen, wollen wir noch einige allgemeine Betrachtungen über jene Gesetzmäßigkeit der Kalkverteilung im Skelett anstellen, für die wir in den bisherigen drei Abschnitten zahlreiche Beispiele kennen gelernt haben. Wir können hier diese Beispiele nicht wiederholen und müssen bezüglich ihrer Details auf das schon Gesagte verweisen. Eine Zusammenstellung aller Fälle, auf die sich die folgenden Ausführungen stützen, würde recht lückenhaft erscheinen und die hier in Betracht kommenden Möglichkeiten gewiß nicht erschöpfen. Die vorliegenden Untersuchungen sind aber auch nicht mit der Absicht ausgeführt, die Gesetze der Kalkverteilung zu studieren, sondern hatten ganz andere Ziele im Auge, und was wir von der Kalkverteilung gesehen haben, muß rein als Nebenbefund betrachtet werden. Eine systematische, experimentelle und histologische Untersuchung dieser Gesetze müßte aber eine Fülle von weiteren neuen Tatsachen zutage fördern.

Dank der Kleinheit unseres Untersuchungsobjektes, der Ratte, konnten mit Leichtigkeit ganze Knochen geschnitten und bei schwacher Vergrößerung auch in toto ins Gesichtsfeld des Mikroskopes hineingebracht werden, welcher Umstand das Erkennen gewisser Gesetze der Kalkverteilung besonders erleichtert haben mag. Bei der Betrachtung von Knochenpräparaten ist es zu ihrem vollen Verständnisse natürlich unerläßlich, ihre statisch-mechanische Funktion im Auge zu behalten. Für uns in der Festigkeitslehre nicht beschlagenen Mediziner wird aber dieses Desiderat kaum je in befriedigendem Maße erfüllbar sein, so daß das Geleistete Stückwerk bleiben muß. Wenn wir aber nun gar noch bedenken, daß die Verhältnisse in pathologischen Knochen, wie sie auch uns vorlagen, erst recht verwickelt sein müssen (wiewohl eigentlich die statischen Gesetze die gleichen bleiben müssen), so muß es eigentlich vermessen erscheinen, sich auf dieses Gebiet zu begeben. Wenn es trotzdem geschieht, so möge als Entschuldigung die Hoffnung gelten, das hier Mitgeteilte möchte die Aufmerksamkeit Berufener auf sich lenken und so den Ausbau erfahren, den es wohl verdient.

* * *

Über Ungleichmäßigkeiten der Kalkverteilung, allerdings in ganz anderer Anordnungsweise und aus ganz anderen Gründen, wie wir sie hier im Auge haben, berichten bei Rachitis und Osteomalacie Rindfleisch und Pommer. Ersterer zum Beispiel betont, daß in unmittelbarer Nähe der Gefäße das Osteoid nicht verkalke, weil hier der Flüssigkeitsverkehr zu rege sei, was auf die Kalkablagerung hemmend wirkt, während eine relative Ruhe des Flüssigkeitsverkehres, entfernt vom Gefäß, die Kalkablagerung begünstige. Pommer wieder findet alle Stellen des Knochengewebes, von denen v. Ebner angibt, daß sie reich sind an Kittsubstanz, als Stellen bevorzugter Kalkablagerung bei Rachitis und Osteomalacie. Hierher gehören: Die Umgebung der Knochenkörperchen, der Knochenkanälchen und Sharpey'schen Fasern, die interlamelläre Zone und die konkave Seite der Kittlinien. Nach unseren seinerzeitigen Befunden am Callus scheint ferner geflechtartiges Knochengewebe rascher zu verkalken als lamelläres. Davon aber, daß die Kalkverteilung statischen Gesetzen folgt, ist bei diesen Autoren nicht die Rede und gerade die Beherrschung der Kalkverteilung durch statische Gesetze wird uns hier ausschließlich interessieren. Um Mißverständnissen vorzubeugen, möge vorausgeschickt werden, daß hier das Wort »statisch« im Sinne Roux's nicht nur da

angewendet ist, wo die durch die Schwerkraft bedingte Belastung in Betracht kommt, sondern im weiteren Sinne auch da, wo Muskelaktion im Spiele ist.

Es ist mir nicht bekannt geworden, daß von irgend einer Seite bereits das Gesetz der Kalkverteilung nach statischen Prinzipien betont worden wäre. Doch wer kann es wagen zu behaupten, die so zerstreute Knochenliteratur ganz zu kennen, die sogar der schier unerschöpflichen Arbeitskraft v. Recklinghausen's am Lebensschluß den resignierenden Ausruf entlockte: »Ja, wenn ich unabhängig wäre von Raum und Zeit.«

* * *

So wie bei den morphologischen, so werden wir auch bei den statischen Fragen strenge zwischen Knochenapposition und Kalkapposition zu unterscheiden haben. Auf diese Unterscheidung ist bisher bei statischen Fragen kein Gewicht gelegt worden. Da normaliter die Verkalkung hindernislos erfolgt, schien die Kalkopposition keinerlei Problem in sich zu bergen, und man sah es als eine selbstverständliche, dem Knochen von Haus aus gegebene Eigenschaft an, daß er sofort nach seiner Bildung verkalkt. So blieb denn nur das Problem zu lösen, wie es komme, daß Knochengewebe gerade da gebildet werde, wo es die Statik erfordert und gelangte dahin anzunehmen, daß die knochenbildende Zelle, der Osteoblast, durch mechanischen Reiz zur Knochenproduktion angeregt werde (siehe unten). Die Frage, ob auch die auf die Knochenapposition folgende Kalkapposition den gleichen statischen Gesetzen folge, wurde überhaupt gar nicht einmal berührt.

Es gibt unter normalen Umständen aber auch nicht bald eine Gelegenheit, die dazu führen könnte, eine solche Frage aufzuwerfen, denn wo der mechanische Reiz einwirkt, dort gibt es auch schon Knochen- und Kalkapposition, und da die Knochenapposition zweifellos das erste ist, so konzentrierte sich alle Aufmerksamkeit eben auf diese. Bei der Rachitis jedoch, bei der die Osteoblasten auf den mechanischen Reiz, ähnlich wie unter normalen Umständen, wenn auch vielleicht nicht in so vollem Ausmaße, mit Osteoidproduktion reagieren, folgt dieser die Kalkapposition zufolge der bestehenden Kalkstörung durchaus nicht auf dem Fuße, sondern wenn überhaupt, so verspätet und unvollkommen. Und nach dem Orte, wo diese verspätete Verkalkung schließlich, wenn auch in kümmerlichem Ausmaße, dann doch erfolgt, erkennt man, daß dies nicht etwa die ältesten Osteoidteile sind, sondern diejenigen, auf die der mechanische Reiz am allerintensivsten eingewirkt hat. Es gehört also schon ein ganz besonders intensiver Reiz dazu, um trotz der rachitischen Behinderung der Kalkapposition schließlich doch die Verkalkung zu erzwingen. Ein Reiz von normalem Ausmaße vermag das aber bei Rachitis nicht, im Gegensatz zum normalen Skelett. Bei solchen Gelegenheiten verrät sich erst das Gesetz, daß die Knochenapposition ebenso mechanischen Momenten folgt, wie die Osteoidproduktion und nicht eine dem Osteoid unbedingt eigentümliche Erscheinung ist, die darum ohne Rücksicht auf statische Verhältnisse zwangsweise der Knochenapposition folgt.

Was wir dank der der Rachitis eigentümlichen Dissoziation der Knochen- und Kalkapposition erkannt haben, muß aber auch für das normale Skelett seine Gültigkeit haben, wenn wir auch in diesem freilich nicht so leicht in die Lage kommen, dies zu erkennen, weil bei normalen Kalkverhältnissen schon geringfügige Reize genügen, um Verkalkung zu provozieren, und wo der statische Reiz Knochenproduktion anregte, dort führt er im normalen Skelett auch zur Kalkapposition. Da muß schon eine besondere Gelegenheit und ein besonderer Ort gesucht werden, wo auch im normalen Knochen der mechanische Reiz ungewöhnlich groß ist und zugleich aus räumlichen Gründen die Knochenproduktion beschränkt bleiben muß, so daß ein erhöhtes Bedürfnis besteht, das wenige Knochengewebe möglichst rasch und vollständig der Verkalkung zuzuführen. Diese Bedingung finden wir aber in der primären Spongiosa der normalen Rippen erfüllt, welcher eine eminent wichtige statische Funktion zukommt, deren Knochenapposition aber infolge der Enge der primitiven Markbuchten sehr beschränkt ist. Dies hat, wie wir an entsprechender Stelle gehört haben, zur Folge, daß in der normalen Rippe die Knochenverkalkung in der

primären Spongiosa soviel rascher erfolgt als anderwärts, daß gerade hier das Osteoid seltener und schmäler ist als an irgend einer anderen Stelle des Knochens. Das ist also ein Beispiel für ein calcioprotektives Gebiet unter normalen Umständen. Was hier von der primären Spongiosa der normalen Rippen gesagt ist, gilt in gleicher Weise für den enchondralen Callus in der gebrochenen Fibula der normalen Kontrolltiere. Wir brauchen somit nicht erst aus dem Verhalten bei Rachitis einen Analogieschluß auf das statische Bedingtsein der Kalkapposition auch schon unter normalen Umständen zu machen, sondern wir können das direkt wahrnehmen.

Sowie die Kalkapposition mit der Knochenapposition das statische Bedingtsein gemein hat, so verhalten sich beide auch sonst oft analog. Es ist bekannt, daß man die höchst interessante Zweckmäßigkeit der Spongiosastruktur am leichtesten an Fällen studieren kann, in denen eine Verarmung des Skelettes am Knochengewebe besteht, also bei Knochenatrophie, denn in solchen Fällen sind nur die allernotwendigsten Bälkchen erhalten und diese auf das noch gerade zulässige Dickenmaß reduziert, wodurch die ganze Spongiosastruktur an Klarheit gewinnt. In ganz analoger Weise ist es die Rachitis, also jene Krankheit, bei der infolge der Hemmung der Kalkablagerung diese nur auf die statisch meistbeanspruchten Stellen eingeschränkt ist, bei der wir daher am leichtesten klaren Einblick in jene Gesetze gewinnen, die die Kalkapposition beherrschen. Was also die Osteoporose für das Studium der Spongiosastruktur, das ist die Rachitis für das Studium des calcioprotektiven Gesetzes.

* * *

Wie bereits erwähnt, ist die Abhängigkeit der Knochenapposition von statischen Momenten im Gegensatz zur gleichen Abhängigkeit der Kalkapposition schon viel beachtet und diskutiert worden. Es wird daher von Interesse sein, darüber kurz zu referieren. Roux stellt sich vor, daß die Zug- und Druckspannung auf die Osteoblasten durch molekulare Erschütterungen einen funktionellen Reiz ausübt, dessen trophische Wirkung die Osteoblasten zur Knochenbildung veranlaßt; wo aber die Zug- und Druckspannung lange Zeit ausbleibt, also auch der funktionelle Reiz fehlt, da kommt es zur Knochenresorption. Indem nun so an Stellen stärkster Funktion immer mehr Knochengewebe hinzukommt und an den Stellen fehlender Funktion das Knochengewebe schwindet, kommt jene trophisch vermittelte funktionelle Anpassung der Gestalt und inneren Struktur des Knochens zustande, der so seiner Funktion aufs vollkommenste angepaßt ist. Die mechanische Beanspruchung ist es somit selbst, die dem Knochen seinen zweckmäßigen Bau verleiht, dank welchem der Knochen seiner Funktion mit einem Minimum an Knochengewebe gerecht werden kann.

Wie Triepel bemerkt, sind wir aber noch weit davon entfernt, jenen Vorgang näher zu verstehen, bei dem die Zug- und Druckspannung den Osteoblasten zur Knochenproduktion veranlaßt und daß, wie Roux sagt, eine spezifische Einwirkung durch einen spezifischen Reiz ein spezifisches Gewebe hervorbringt, welches eben dieser spezifischen Einwirkung am besten zu widerstehen vermag. Nach Triepel ist es überhaupt noch nicht sicher, ob bei dem den funktionellen Knochenbau hervorbringenden An- und Abbau die Zug- und Druckspannung allein auf die Osteoblasten oder allein auf die Osteoklasten oder auf beide einwirkt.

Uns erscheint es aber nicht nur bisher unaufgeklärt, wie die Spannung es zuwege bringt, den Osteoblasten zur Knochenproduktion anzuregen, sondern vor allem schon sehr bemerkenswert, daß der Osteoblast gerade auf mechanische Reize reagiert. Aber für derlei spezifische Art der Zellreaktion haben wir wenigstens Analogien im Körper auch sonst. Denn die Epithelzelle der Schweißdrüsen reagiert mit ihrer spezifischen Funktion gerade auf thermische Reize, während die Epithelzellen des Gastrointestinaltraktes eben auf chemische Reize derart abgestimmt sind, daß verschiedene chemische Reize die Produktion verschiedener Sekrete zur Folge haben. Es erscheint daher ganz natürlich, daß der Osteoblast, der Knochengewebe zu produzieren hat, eben auf mechanische Reize eingestellt ist. Wir haben uns diese so mannigfaltigen spezifischen Reaktionen verschiedener Zellen als ihnen eigen anzusehen, im Verlaufe der Phylogenese erworben und hoch gezüchtet.

Da die Osteoblasten ihre spezifische Eigenschaft, auf mechanische Reize mit Knochenbildung zu reagieren, auch unter pathologischen Verhältnissen beibehalten, so wird die höchst zweckmäßige Einrichtung, Knochengewebe gerade da hervorzubringen, wo, wenn man so sagen darf, die Nachfrage nach ihm besteht, sich auch in kranken Knochen bemerkbar machen, und zwar in einer noch auffallenderen Weise als im normalen. Kommt nämlich der Knochen unter pathologisch abgeänderte Verhältnisse, so ändert sich seine Beanspruchungsart nach Roux derart, daß nunmehr andere Teile als bisher die meistbelasteten und somit auch meist Knochengewebe produzierenden sind, und ebenso auch andere Teile als bisher die entlasteten werden und darum Abbau aufweisen. So entsteht in funktioneller Anpassung eine den neuen Belastungsverhältnissen genau entsprechende neue Gestalt und Architektur des Knochens, die der geänderten Beanspruchungsart aufs Beste angepaßt ist. Das ist die allgemein bekannte, von Wolff entdeckte Transformation der Knochen.

Da wo Roux von der Frakturheilung zum Beispiel sagt, daß der zuerst gebildete Callus nicht gleich in definitiver Form gebildet wird, sondern unter dem Einfluß der neuen statischen Momente noch lange Zeit hindurch in seinem Innern fortdauernde Umbauvorgänge aufweist, da finden sich die folgenden, diese Vorgänge am besten charakterisierenden Worte: »Der Druck und Zug pflanzt sich durch alle die Verbindungen beider Stücke herstellenden Knochenteile fort, durch die günstiger gelegenen stärker, durch die von den Hauptfortpflanzungslinien abgelegenen weniger stark. Sind infolgedessen letztere Stellen resorbiert, erstere verstärkt worden, so geschieht die Druckübertragung in den übriggebliebenen Teilen wieder in anderer Weise als vorher, was neue Stellen stärksten und geringsten Drucks und daher neue Resorptions- und Assimilationsstellen schafft.«

Natürlich begegneten auch wir bei unseren Knochenpräparaten, insbesondere bei den Callusbildern der normalen und rachitischen Ratten, vielfach Illustrationsfakten zu dem eben Gesagten. Hierher gehört der lacunäre Abbau der statisch überflüssig gewordenen Bruchenden; die zirkulär gleichmäßige Ausbildung des Callus bei tadelloser Adaptierung der Fragmente und die in der Zirkumferenz höchst ungleichmäßige Ausbildung desselben bei seitlicher Verschiebung oder winkeliger Stellung der Fragmente, wobei der Callus da am stärksten ausgebildet ist, wo die Beanspruchung am stärksten war. Hierher gehört ferner die Beobachtung, daß die erste knöcherne Verbindungsbrücke beider Callushälften an ihrer äußersten Peripherie sich findet, wo die Zug- und Druckspannung am größten ist; daß, nachdem an der Callusperipherie eine knöcherne Brücke gebildet ist, in dem am wenigsten beanspruchten Calluszentrum etwa noch vorhandener Knorpel vasculär abgebaut wird, ohne daß an seiner Stelle Knochenproduktion erfolgen würde; eventuell im Calluszentrum befindliches Knochengewebe wird aber abgebaut, wodurch der Callus ausgehöhlt wird. Einige dieser eben genannten Erscheinungen der Knochenverteilung kommen weiter unten beim Vergleich mit der Kalkverteilung noch ausführlicher zur Sprache.

* * *

Wir haben schon oben gehört, daß es ein durch statische Momente bedingtes calcioprotektives Gesetz gebe, demzufolge die Zug- und Druckspannung es ist, die die Grundsubstanz des Knochens und Knorpels dahin bringt, Kalk aufzunehmen. Die Kalkaufnahme ist somit nicht dem Akt der Knochen- und Knorpelbildung immanent und mit ihm auch schon als selbstverständlich gegeben, wie das im normalen Skelett scheinen könnte, sondern die Kalkaufnahme erfolgt erst auf den mechanischen Reiz hin, wie uns die Rachitisbilder lehren. Wäre dem nicht so, und würde bei Rachitis die Breite des Osteoids ausschließlich vom Grade der Kalkstörung abhängen, dann müßten wir überall das Osteoid in gleicher Breite vorfinden. Dem ist aber nicht so. Der Kalkgehalt und Hand in Hand damit die Osteoidmenge sind bei Rachitis an verschiedenen Stellen des Knochens sehr verschieden. Der meiste Kalk findet sich an den meist beanspruchten, das meiste Osteoid an den wenigstbeanspruchten Knochenstellen. Der Kalkgehalt ist somit da am größten, wo, wenn man so sagen darf, das Bedürfnis nach Festigkeit am größten ist, was den Eindruck höchster »Zweckmäßigkeit« macht.

Dank der Eigenschaft der Knochen- und Knorpelgrundsubstanz, auf mechanische Beanspruchung mit Kalkaufnahme zu reagieren, wird im Skelett die Kalkverteilung, die bei der hämatogenen Kalkzufuhr als überall gleichmäßig zu erwarten wäre, ganz ungleichmäßig, dabei nicht regellos, denn lokale statische Einflüsse sind es, die die gleichmäßige Verkalkung bis ins feinste Detail zu einer ungleichmäßigen modifizieren.

Ist es schon bei der knochenbildenden Tätigkeit der Osteoblasten schwer gewesen sich vorzustellen, wie die Zug- und Druckspannung durch trophischen Reiz die Zellen zum Knochenanbau reizen kann, so ist es noch schwerer sich vorzustellen, wie das gleiche Moment die Knochen- und Knorpelgrundsubstanz dazu bringt, Kalk aufzunehmen, und dies bei entsprechender Intensität des Reizes sogar im rachitischen Skelett zuwege bringt, wo ja die Kalkablagerung allgemein gehemmt ist. Aber auf das hypothetische Detail dieser molekularen Vorgänge soll hier nicht eingegangen werden.

Sowie die spezifische Reaktionsweise des Osteoblasten durch funktionelle Anpassung etwa die funktionelle Spongiosastruktur hervorbringt, so bringt das calcioprotektive Gesetz die funktionelle Kalkverteilung bei Rachitis hervor, so daß man auch hier von funktioneller Anpassung sprechen darf. Denn die spezifische Einwirkung der Zug- und Druckspannung übt auf die Knochen- und Knorpelgrundsubstanz einen spezifischen Reiz aus, demzufolge diese Kalk aufnimmt und so jener spezifischen Einwirkung am besten zu widerstehen vermag.

Während die spezifische Reaktionsfähigkeit des Osteoblasten es zuwege bringt, daß der Knochen seiner mechanischen Aufgabe mit einem Minimum an Knochengewebe gerecht werden kann, bringt es das calcioprotektive Gesetz zuwege, daß bei Rachitis mit dem in pathologisch geringer Menge abgelagerten Kalk der bestmögliche statische Nutzeffekt erzielt wird, indem der Kalk an jene Stellen dirigiert wird, wo das Bedürfnis nach ihm am größten ist. Hier sei betont, daß die in unserer Darstellung öfter wiederkehrenden Ausdrücke wie: »Bedürfnis« nach Kalk, »Dirigieren« des Kalkes, »zweckmäßige« Anordnung des Kalkes etc. natürlich nicht wörtlich, sondern bildlich gedacht sind. Es wird wohl überflüssig sein, sich wie Triepel beim Gebrauche des Wortes »zweckmäßig« erst ausdrücklich dagegen zu verwahren, als ob ein »zwecksetzendes Subjekt« vorausgesetzt würde.

Wie der Osteoblast seine spezifische Reaktionsfähigkeit auf mechanische Reize auch unter pathologischen Verhältnissen behält, was bei geänderter funktioneller Beanspruchung durch Selbsttransformation zur Gestalt- und Strukturveränderung des ganzen Knochens führt, so sehen wir auch, wie das calcioprotektive Gesetz bei pathologisch veränderter Beanspruchung eine von der Norm völlig abweichende Verteilung des Kalkes zur Folge hat. Man darf also auch hier von einer Transformation, und zwar der Kalkverteilung sprechen. Ein einschlägiges Beispiel haben wir an der präparatorischen Verkalkungszone kennen gelernt. Diese ist bei der Ratte normaliter eine dünne, quer zur Rippenachse stehende Knorpelscheibe, deren Verkalkung die Aufgabe hat, die beim folgenden, weitgehenden vasculären Knorpelabbau stehenbleibenden Knorpelreste möglichst fest zu machen und vor dem Einknicken zu bewahren. Bei Rachitis aber staut sich der Knorpel manchmal zu einem hohlen kalklosen Zylinder auf, in dessen Bereiche die Rippe flexibel ist. Die nunmehrige Aufgabe der Knorpelverkalkung ist daher ganz anders als unter normalen Umständen, denn sie soll das Knorpelmassiv nach Möglichkeit festmachen, um so der unerwünschten Flexibilität dieser Rippenstelle entgegenzuarbeiten. Dieses Ziel wird am zweckmäßigsten in der Weise angestrebt, daß die Kalkablagerung nach nunmehr völlig veränderten Prinzipien, nämlich möglichst marginal erfolgt, wo die Beanspruchung am größten ist (siehe unten). Das ist eine Transformation der Knorpelverkalkung.

Bezüglich des Wortes »calcioprotektiv« sei folgendes bemerkt. Es wurde mit Absicht vermieden, die naheliegenden Ausdrücke »calciophobe Gebiete« für die kalklosbleibenden und »calciophile« für die kalkaufnehmenden zu verwenden. Diese Ausdrücke würden vielleicht mehr sagen als wir behaupten können, indem sie die Ursache für die vorhandene oder fehlende Kalkablagerung in das Knochengewebe selbst verlegen, was wir in gleich dezidierter Art nicht beweisen können. Das Wort calcioprotektiv

präjudiziert viel weniger, denn es besagt nur, die Kalkablagerung werde an einer bestimmten Stelle gefördert, ohne zu besagen, ob diese Förderung ihren Grund im oder außerhalb des Knochengewebes habe.

* * *

Unter normalen Umständen ist an einem Knochenbälkchen dann ein Anreiz zu seiner Verdickung durch Knochenapposition gegeben, wenn seine statische Beanspruchung vermehrt wird. Wenn die Dickenzunahme des Bälkchens soweit gediehen ist, daß es der neuen Aufgabe voll gerecht werden kann, so hört die Knochenapposition auf. Dieser Stillstand der Apposition kommt aber nur dann zustande, wenn das neugebildete Knochengewebe nicht nur in genügender Menge gebildet, sondern auch verkalkt ist. Ersteres ohne das Letztere vermag nicht die Knochenapposition zum Stillstand zu bringen (siehe unten). Wir sehen also, daß der regulären Verkalkung des neugebildeten Knochengewebes die wichtige Rolle zufällt, die Knochenappositionsvorgänge zu regulieren, denn nur bei genügender Menge kalkhaltigen Knochengewebes hört der Reiz zu weiterer Knochenapposition auf.

Daß dem in der Tat so ist, erkennt man am besten wieder bei der Rachitis. Bei dieser sahen wir zum Beispiel in der Rippenspongiosa und im periostalen knöchernen Callus eine so hochgradig pathologische Dichtigkeit des der Hauptsache nach kalklosen Knochens, daß von einer Sklerose oder Eburneation gesprochen werden könnte. Dieses für manche Rachitisfälle typische pathologische Plus an Knochengewebe, welchem v. Recklinghausen's »hyperplastische Malacie« entspricht, erklärt Schmorl so, daß der Knochen durch die Quantität das ersetzt, was ihm zufolge des Kalkmangels an Qualität abgeht, ohne je eine vollständige Kompensation zu erreichen. Diese Erklärungsart ist natürlich nur bildlich zu nehmen, real gedacht muß die Erklärung die folgende sein: Indem bei Rachitis im neu hinzukommenden Knochengewebe die Verkalkung ausbleibt, wird auch der Reiz zur Fortsetzung der Knochenapposition nicht aufgehoben. Diese geht also ungehemmt weiter vor sich, der Knochen wird pathologisch dicht, sklerotisch, die Markräume werden auf enge Gefäßkanäle reduziert, in denen die Osteoblasten einfach aus Raummangel atrophieren und schwinden, und so wird der weitere Knochenanbau förmlich unterbunden, erstickt, was eben etwas ganz anderes ist als die rechtzeitige Aufhebung des Reizes zur Knochenapposition im normalen Skelett durch eintretende Verkalkung.

Wir sehen also, daß der Kalkapposition die wichtige Aufgabe der Selbstregulation des Knochenanbaues zufällt. Bei Wegfall der Knochenverkalkung fehlt auch jede Regelung des Knochenanbaues. Was wir die normale Knochenmenge oder die normale Spongiosadichtigkeit nennen, ist eben ein Effekt der von der Kalkapposition ausgehenden Selbstregulierung des Knochenanbaues. Die automatische Regulierung des Knochenanbaues ist mit eine der wichtigsten Aufgaben der Kalkapposition im Skelett.

* * *

Aus unserer Beschreibung und den Photogrammen der rachitischen Rippe geht hervor, daß der Kalkgehalt des Knochengewebes sowohl in der Spongiosa, als auch in der Corticalis mit der Entfernung vom Knorpel wächst. Diese Erscheinung kann nur zum Teil darauf beruhen, daß wir, je mehr wir uns vom Knorpel entfernen, umso mehr in Knochengebiete kommen, die schon in vorrachitischer Zeit gebildet worden sind. Die Hauptursache für diese Kalkverteilung ist aber die, daß wir mit der Entfernung vom Knorpel immer mehr in statisch bedingte calcioprotektive Gebiete gelangen. Mit der Begründung dieser Auffassung sollen sich die folgenden Ausführungen befassen.

Die Beweisführung muß damit beginnen, die statische Beanspruchungsart der Rippe klarzulegen. Roux ist der Meinung, daß die Rippe zufolge ihrer Einspannung zwischen Wirbel und Sternum der Biegungsbeanspruchung unterworfen ist. Triepel spricht bei der Rippe von einer Beanspruchung auf Strebe- und Biegungsfestigkeit. Doch sei betont, daß die Beanspruchung auf Strebefestigkeit in sich schon auch eine solche auf allseitige Biegungsfestigkeit einschließt. Eine Beanspruchung auf Biegung findet sich

nach Triepel außer in der Rippe nur noch im proximalen Femurende. Nach Gebhardt wird der in der Hauptbiegungsebene befindliche Knochendurchmesser vergrößert, wenn eine bedeutende Steifheit des Knochens erreicht werden soll, während bei der Rippe, die nicht auf Steifheit, sondern auf Elastizität gebaut ist, in der Biegungsebene im Gegenteil der kleinste Knochendurchmesser liegt, was an den Bau der Seesäugerknochen erinnert. Es geht aus den Angaben hervor, daß die Rippe unter anderem auch auf Biegung beansprucht wird.

Bei der Biegung liegt nach der Festigkeitslehre die Stelle größter Beanspruchung ferne vom Berührungspunkt des belastenden Knochens mit dem belasteten (Roux). Wenn man also einen mit seinem Ende eingemauerten Stab an seinem anderen Ende auf Biegung beansprucht, so bricht er konstant am eingemauerten Ende ab, das man daher als den »gefährlichen Querschnitt« bezeichnet. Wird aber der Stab an beiden Enden auf Biegung beansprucht, wie bei unseren langen Röhrenknochen, so liegt der gefährliche Querschnitt in der Mitte der Stablänge. Man kann den gefährlichen Querschnitt vermeiden, wenn man den Stab von der Stelle, wo die Biegungskraft angreift, bis zum gefährlichen Querschnitt immer dicker werden läßt. Auf die Weise bekommt man einen »Körper gleicher Biegungsfestigkeit«. Nach Roux und Gebhardt bedeutet die im normalen Röhrenknochen nachweisbare Dickenzunahme der Corticalis gegen die Diaphysenmitte zu eben die Herstellung eines Körpers gleicher Strebe- und Biegungsfestigkeit, welche Erscheinung sich durch funktionelle Anpassung erklärt.

Was hier die funktionelle Anpassung unter normalen Verhältnissen auf dem Wege der sofort von Verkalkung gefolgten Knochenapposition zuwege bringt, das bringt sie bei Rachitis in ganz analoger Weise durch das calcioprotektive Gesetz auf dem Wege der Kalkapposition zustande, wobei die Verkalkung unter dem vielen ihr dargebotenen Osteoid sozusagen eine von statischen Prinzipien geleitete Auswahl trifft. Das heißt, genau so wie bei den auf Biegung beanspruchten normalen Knochen die Menge des Knochengewebes vom Knochenende gegen die Diaphysenmitte hin zunimmt, so nimmt bei Rachitis in gleicher Richtung die Kalkmenge zu. Je mehr wir uns der Diaphysenmitte nähern, desto mehr kommen wir eben in calcioprotektive Gebiete, je mehr wir uns dem Knochenende nähern, desto geringer wird der Einfluß des calcioprotektiven Gesetzes. Dieses ist eben auch bei Rachitis bestrebt, aus dem Röhrenknochen einen Körper gleicher Biegungsfestigkeit herzustellen. Daher kommt es, daß die Spongiosa, mag sie noch so dicht sein, gegen das Knochenende kalklos bleibt, gegen die Diaphysenmitte jedoch immer mehr verkalkt, und dasselbe gilt auch für die Corticalis.

Es könnte vielleicht als Widerspruch empfunden werden, daß wir oben bei der normalen Rippe die am äußersten Ende der knöchernen Diaphyse liegende primäre Spongiosa als calcioprotektive Zone erklärten und jetzt wieder behaupten, daß das Diaphysenende die bei der Biegungsbeanspruchung am wenigsten beanspruchte Knochenstelle ist. Doch liegt hier kein Widerspruch vor. Das Gesetz, wonach bei Biegung das Knochenende die am wenigsten beanspruchte Stelle sei, gilt natürlich nur für den Fall, daß alle Querschnitte des Knochens eine gleiche Menge desselben Materials aufweisen. Die primäre Spongiosa haben wir aber als eine Schicht kennen gelernt, in der das die Knochenkontinuität wahrende Gewebsmaterial stark reduziert ist, weil zwischen dem Knorpelabbau und Knochenanbau zeitlich und räumlich notgedrungen ein Abstand bestehen muß. Die Schicht der primären Spongiosa ist daher als relativ geschwächt anzusehen, sie stellt, allerdings nicht in dem oben bei der Biegungsbeanspruchung auseinandergesetzten Sinne, einen gefährlichen Querschnitt dar, darum ist sie, trotzdem sie am Ende der Diaphyse liegt, calcioprotektives Gebiet. Wie wir ebenfalls schon gehört haben, ist die gesteigerte Verkalkung nicht das einzige Mittel zur Festigung der primären Spongiosa. Dasselbe Ziel wird im Sinne der Schaffung eines Körpers gleicher Festigkeit in der normalen Rippe auch noch angestrebt durch Vergrößerung dieses gefährlichen Querschnittes in Form des physiologischen Rosenkranzes, wobei die umständliche sekundäre Verschmächtigung der Rippe auf dem Wege der modellierenden Resorption mit in den Kauf genommen werden muß.

Bei der Osteochondritis luetica der Neugeborenen und Föten, bei der die Knochenapposition der primären Spongiosa in spezifischer Weise gehemmt ist, ist die primäre Spongiosa, wie schon betont, in

erhöhtem Maße calcioprotektive Zone. Es könnte verwundern, daß man an Rippen von Föten und Neugeborenen, die noch nicht geatmet haben, schon von Effekten statischer Beanspruchung spricht. Das ist aber auf Grund der beim Fötus schon bestehenden Muskelaktion erlaubt. In den Experimenten Lehnerdt's ist ein schöner Beweis dafür zu finden. Bei den Föten seiner strontiumgefütterten Kaninchen besteht reichliche aber kalklos bleibende Knochenapposition, und als Folge davon fand er beim Neugeborenen die langen Röhrenknochen genau in der Diaphysenmitte geknickt. Das zeigt, daß die langen Röhrenknochen schon beim Fötus durch die Muskelaktion auf Strebefestigkeit beansprucht werden, ferner aber auch, daß die Diaphysenmitte in der Tat der gefährliche Querschnitt ist.

* * *

Wir haben bei der Untersuchung des rachitischen Skelettes mehrmals die auffallende, typisch immer wiederkehrende Tatsache konstatieren können, daß die Kalkablagerung mit Vorliebe marginal erfolgt. So zum Beispiel in der zu einer hohen Schicht angestauten präparatorischen Knorpelverkalkungszone, im periostalen knöchernen Callus der Fibula und Rippe und im Nagezahndentin. Es soll hier gezeigt werden, daß diese calcioprotektiven Gebiete in der Tat die statisch meistbeanspruchten sind.

Bei den folgenden Betrachtungen handelt es sich wieder um Beanspruchung auf Biegung und Strebefestigkeit, welch letztere, wie schon erwähnt, als eine der Komponenten eben wieder Biegungsbeanspruchung in sich einschließt. Die Richtung dieser Biegung ist unbestimmt, das heißt allseitig und bei dieser Beanspruchungsart, wie sie sich bei den langen Röhrenknochen verwirklicht findet, ist nach der Festigkeitslehre die Hohlsäule von rundem Querschnitt die geeignetste Körpergestalt, und zwar aus folgendem Grunde. Bei der Biegung wird die eine Seite auf Druck, die andere auf Zug beansprucht. Sowohl der Druck als auch der Zug ist in der Längsachse des Stabes gleich Null, gegen die Peripherie aber wachsen beide und erreichen an der äußersten Peripherie den größten Wert. Es leuchtet daher ein, die Maße, über die man verfügt, nach Möglichkeit dort anzubringen, wo der Zug und Druck am stärksten ist, also an der äußersten Peripherie. Ist die Biegungsbeanspruchung allseitig, so muß die periphere Anbringung des Materials eben auch allseitig erfolgen und daraus resultiert die hohle Säule, wie sie in den Röhrenknochen auf dem Wege der funktionellen Anpassung verwirklicht ist. Das heißt, das meiste Knochengewebe wird an der Peripherie gebildet, weil hier die größte Zug- und Druckspannung besteht (Roux). Die Röhrengestalt der Knochen, sagt Roux, hat ihren Grund in allseitiger Biegungstendenz und »je größer der Durchmesser der hohlen Säule ist, umso weniger dick braucht ihre Wandung zu sein.« Da, wo es auf möglichst geringes Gewicht der Knochen ankommt, wie zum Beispiel beim Vogel, da besteht eben nach Gebhardt typischer Weise eine sehr weite Markhöhle, damit der Knochen möglichst dünnwandig, also leicht sein kann, denn je exzentrischer das Material ist, desto spärlicher darf es eben sein. Nach Gebhardt ist die Tendenz zur peripheren Anhäufung der spannungsleitenden festen Bestandteile in den meisten organischen Bildungen zu konstatieren, so zum Beispiel auch im Hirschgeweih und sogar in den Stengeln von Lebermoos und Laubmoos.

Nach diesen Ausführungen ist es klar, daß die Röhrengestalt unserer Knochen das Resultat funktioneller Anpassung an die allseitige Biegungsbeanspruchung ist. Wenn wir an den Nagezähnen die gleiche Röhrengestalt verwirklicht sehen, so werden wir kaum irren, wenn wir auch hier von einer funktionellen Anpassung sprechen. Die genaue Begründung dieser Annahme müssen wir uns aber versagen, weil wir über die Beanspruchungsart des Nagezahnes zuwenig genau informiert sind. Daß aber auch hier die formgebenden mechanischen Kräfte im Spiele sind, geht schon daraus hervor, daß der halbkreisförmig gebogene Nagezahn nicht einen kreisförmigen Querschnitt besitzt, sondern einen elliptischen oder genauer gesagt einen unregelmäßig eiförmigen, wobei die flachere Rundung auf der konvexen Zahnseite und der große Durchmesser in der Krümmungsfläche des ganzen Nagezahnes liegt. Wir haben schon gehört, daß diese Formgebung des Querschnittes bei einseitig auf Biegung beanspruchten Körpern viel vorteilhafter ist als der kreisförmige Querschnitt, und daß damit eine besondere Steifheit erzielt wird, denn die Biegungsfestigkeit wächst im Quadrat zur langen Achse des elliptischen Querschnittes, aber nur einfach proportional

zur kurzen Achse. Aus diesem Grunde ist bei den in der Technik verwendeten auf Biegung beanspruchten Eisenbalken von T-förmigem Querschnitt der senkrechte Schenkel des T größer als der wagrechte. In der Tat muß auch beim Nagezahn angenommen werden, daß er im wesentlichen einseitig beansprucht wird, und zwar ungefähr in seiner Krümmungsfläche, denn beim Nagen werden die unteren gegen die oberen Nagezähne vorwiegend in der Sagittalebene geführt, von der die Krümmungsfläche der Nagezähne nur wenig abweicht. Die Modifikation des elliptischen Querschnittes zu einem eiförmigen mit der Eispitze gegen die konkave, also Druckseite, finden wir an nach ausgeheilter Rachitis bogenförmig verkrümmten Röhrenknochen der unteren Extremitäten des Menschen zuweilen in noch weit schönerer Ausbildung als im Nagezahn. Erst jüngst hatte ich Gelegenheit, in einer hochgradig rachitisch verkrümmten, fast halbkreisförmigen Fibula zu sehen, daß der eiförmige Querschnitt so hochgradig übertrieben war, daß er eher dem Querschnitt einer breiten Messerklinge glich, mit der Messerschneide zur konkaven Druck- und dem Messerrücken zur konvexen Zugseite. In klassischer Weise hat Roux die Umwandlung des kreisrunden Femurquerschnittes in einen ovalen bei seinem Falle winkeliger Kniegelenksanchylose beschrieben, bei dem die allseitige Biegungstendenz des Femur zu einer vorwiegend einseitigen geworden war.

Eine der periphersten Materialanhäufung entgegengerichtete Aktion ist im Knochen nur da zu konstatieren, wo eine zu Anfang notwendige umfängliche Konstruktion sekundär in eine kleinere, leichtere, weniger Material erfordernde überführt werden soll. Dann kommt es zum Abbau gerade der periphersten Knochenschichten. Als Beispiel aus dem normalen Skelett wollen wir hier die Verschmächtigung der Knochen durch modellierende Resorption am Diaphysenende anführen und als Beispiel aus der Knochenpathologie die sekundäre Callusverkleinerung.

Nachdem wir uns über die Verteilung der Zug- und Druckspannung auf dem Querschnitte von auf Biegung beanspruchten Körpern orientiert haben und den auf dem Wege funktioneller Anpassung erzielten Effekt dieser Spannungsverteilung auf den inneren Bau und die Knochenverteilung verschiedener Skelettteile kennen gelernt haben, wollen wir uns jener Kalkverteilung bei Rachitis zuwenden, die auf dem Wege des calcioprotektiven Gesetzes von den eben besprochenen Spannungsverhältnissen dirigiert wird. Wir meinen die marginale Verkalkung, wie wir sie am Knorpelgewebe bei den rachitischen Rippen, am Knochengewebe beim periostalen Callus und am Dentingewebe im Nagezahn kennen gelernt haben.

In dem Maße, als bei Rachitis der kalklose Knorpel sich zu einem pathologisch hohen massiv anstaut, widersteht er der Biegung immer weniger gut, denn die Biegungsfestigkeit eines Balkens wächst umgekehrt proportional zu seiner Länge. Es ist dann die Spannung und damit auch der Reiz zur Knorpelverkalkung an der alleräußersten Peripherie zu jener Größe angewachsen, daß trotz der rachitischen Behinderung der Kalkablagerung diese hier schließlich doch, wenn man so sagen darf, erzwungen wird. Nur etwas mehr axialwärts ist die Spannung und damit auch der Reiz zur Verkalkung nicht mehr groß genug, um die der Kalkablagerung hinderlichen Momente zu überwinden. Es resultiert daraus als Zeichen des statisch bedingten calcioprotektiven Gesetzes die marginale Knorpelverkalkung, deren Effekt infolge der geringen Kalkmenge kein voller sein kann; aber mit der tatsächlich zur Ablagerung gelangten Kalkmenge ist der größte Nutzeffekt dadurch erzielt, daß bei der in Betracht kommenden Biegungsbeanspruchung der Kalk eben marginal abgelagert wurde. Wenn bei der funktionellen Anpassung eine bestimmte Einwirkung durch einen spezifischen Reiz ein Gewebe hervorbringt, das in spezifischer Weise jener Einwirkung am besten zu widerstehen vermag, so handelt es sich in unserem speziellen Falle nicht um das Hervorbringen eines spezifischen Gewebes, sondern um die Herbeiführung der Verkalkung im schon vorhandenen Knorpelgewebe, dank welcher dieses der Einwirkung, nämlich der Biegung, durch die periphere Anhäufung der spannungsleitenden festen Bestandteile weit besser zu widerstehen vermag als kalkloser Knorpel.

Was hier vom Knorpel der rachitischen Rippe gesagt ist, gilt in gleicher Weise auch für den knöchernen Callus und das Nagezahndentin. Namentlich im Rippenknorpel und Nagezahndentin, welche beide kein peripheres Dickenwachstum haben, war die Anordnung des Kalkes in der alleräußersten Peripherie aufs strengste durchgeführt, während an dem ein peripheres Wachstum aufweisenden knöchernen Callus eine Überlagerung der peripheren Verkalkung durch Osteoid neuester Apposition leicht

verständlich erscheint. An Querschnitten konnte sogar ein dreimaliges Überlagertwerden peripherster Verkalkung durch immer neues Osteoid im periostalen Callus konstatiert werden. Davon abgesehen ist der Sitz der marginalen Verkalkung die äußerste Peripherie, entsprechend der Regel, je exzentrischer das spannungsleitende feste Material liegt, desto spärlicher darf es sein, um den gleichen Effekt zu erzielen.

* * *

Alle bisher besprochenen Belege für das Bestehen des calcioprotektiven Gesetzes werden aber von jenen übertroffen, wie wir sie in großer Zahl beim rachitischen Fibulacallus angetroffen und abgebildet haben. Wir meinen jene durch die zufällige so sehr verschiedene Fragmentstellung bedingte Variabilität der Belastungsverhältnisse des Callus, zu deren Verständnis fast keinerlei Vorbildung in der Festigkeitslehre notwendig ist. Das richtige Erkennen der meistbelasteten Callusstellen ist da auf den ersten Blick möglich und darum wohnt diesen Beispielen eine besonders schlagende Beweiskraft inne.

Es ist klar, daß bei winkeliger Stellung der Fragmente der Callus der konkaven Seite der meist belastete ist und es spricht dann eine deutliche Sprache, wenn nur gerade hier auch der Callus verkalkt ist. Ebenso leuchtet es ohne weiteres ein, daß bei seitlich verschobenen Fragmenten nicht alle vier Callusquadranten des Längsschnittbildes gleich belastet sein können. Denn bei einer Verschiebung des unteren Fragmentes nach links zum Beispiel muß der linke obere Quadrant, auf den sich das untere Fragment aufstützt, und der rechte untere Quadrant, welcher das obere Fragment trägt, mehr belastet sein als die zwei anderen Quadranten, die man direkt als entlastet bezeichnen kann. Und wenn gerade die zwei belasteten Quadranten es sind, die am meisten oder gar ausschließlich verkalkt sind, dann ist die Existenz eines statisch bedingten calcioprotektiven Gesetzes unverkennbar. In der Callusfigur 8 ist durch einen Zufall einer der beiden diagonalstehenden Callusquadranten aus der Belastung ausgeschaltet, und in bester Übereinstimmung mit dem bisher Gesagten ganz kalklos, so daß es eben nur einen kalkhaltigen Quadranten gibt. Wegen der Details dieser Befunde muß auf den Callusabschnitt verwiesen werden.

Durch eine ebenfalls zufällige besondere Gestaltung des oberen Corticalisendes bei Marasmus haben wir endlich auch an diesem einen schönen Beleg für das calcioprotektive Gesetz kennen gelernt. Darum sei auf das dort Gesagte auch hier noch verwiesen.

Gerade der rachitische Callus ist ferner ein vorzügliches Beispiel für die fast völlige Dissoziation der auf statische Reize eingestellten Knochenapposition und der auf die gleichen Reize eingestellten Kalkapposition. Es reagiert das osteoblastische Gewebe nämlich schon auf geringe Reize mit Knochenanbau, die Kalkablagerung aber kommt erst durch ganz besonders intensive Reize zustande.

* * *

Diese Tatsache leitet zu der von Pommer gefundenen Erklärung des rachitischen periostalen Osteophyts über, welche dem calcioprotektiven Gesetz zu widersprechen scheint, aber tatsächlich auch nur scheint. Das periostale Osteophyt, welches bei Rachitis die Hauptfundstätte des Osteoids ist, entsteht nämlich nach Pommer unter dem mechanischen Einflusse der inserierenden Muskeln, Sehnen und Fascien. Man könnte also sagen, wenn das unter mechanischer Einwirkung entstandene und stehende Osteophyt kalklos bleibt, so spricht das gegen das calcioprotektive Gesetz. Dem ist aber nicht so. Daß das Osteophyt im Vergleiche mit der alten Corticalis so auffallend kalkarm ist, erscheint schon dadurch leicht verständlich, weil es ja im Gegensatz zur Corticalis seiner Gänze nach unter rachitischem Regime gebildet wird und überdies in einem rascheren Tempo entsteht als es der normalen Apposition zukommt, und das Tempo der Knochenapposition den Kalkgehalt beeinflußt. Davon abgesehen haben wir aber gerade gehört, daß bei schwerer Rachitis die Knochenapposition schon durch geringen Reiz erfolgt, zur Erzwingung der Kalkapposition aber ein ganz besonders hoher Grad mechanischer Inanspruchnahme gehört.

Wenn also der schon normaliter bestehende Zug der Muskeln, Sehnen und Fascien Knochenbildung anregen kann, so genügt er noch lange nicht, um dieses Knochengewebe zur Verkalkung zu bringen. Wird doch selbst im Callus, bei dem der weitaus größere mechanische Reiz genügt, um einen massigen Callus zu provozieren, die Verkalkung des letzteren nur an wenigen, ganz besonders stark in Anspruch genommenen Callusstellen gefunden. Das rachitische Osteophyt als Hauptfundstätte des Osteoids ist somit ein schönes Beispiel für die zur Knochenproduktion führende Wirkung statischer Reize auf das osteoblastische Gewebe, aber in keiner Weise ein Beweis gegen das calcioprotektive Gesetz. Es macht Pommer ferner darauf aufmerksam, daß auch im sonst von der Kalkstörung völlig freien Organismus, in dem rasch gebildeten Knochengewebe aus Entzündung oder Tumornähe eine Rückständigkeit der Verkalkung zu konstatieren ist. Hier müssen wir aber auch das von einem Knochensarkom selbst neugebildete, oft in großer Ausdehnung kalklos bleibende Knochengewebe erwähnen. Es liegt nahe, diese ausgedehnte Rückständigkeit der Verkalkung auf das überstürzte Tempo der Knochenproduktion zurückzuführen, bei der zeitweise selbst im normalen Organismus ein Kalkmangel eintreten könnte. Bei dem vom Sarkom produzierten Knochengewebe wäre auch eine abweichende Beschaffenheit des Osteoids als Ursache der ausbleibenden Verkalkung möglich. Endlich müßte man bei allen hier genannten Fällen auch daran denken, daß ein statisch völlig unmotiviert entstandenes Knochengewebe auch jenes statischen Reizes entbehren wird, der auf Grund des calcioprotektiven Gesetzes zur Kalkapposition führt.

V. Epithelkörperchen bei Rachitis.

Tafel VII und VIII und Diagramm XXVI—XXIX auf Tafel X und XI.

Die hier zu beantwortende Frage geht dahin, ob bei Rachitis die Ek. in bezug auf ihre Größe und histologische Struktur eine Veränderung aufweisen. Es war natürlich nötig, sich vorerst über das Verhalten der Ek. normaler Tiere zu informieren und so zerfällt auch dieser Abschnitt in zwei Teile, von denen der erste die Ek. normaler, der zweite die der rachitischen Tiere behandelt.

Von den beiden Fragen nach der Größe und der histologischen Struktur der Ek. war die erste viel schwerer zu beantworten als die zweite. Ein direktes Messen der kleinen Gebilde ist nämlich unausführbar und darum erwies sich zur Erlangung von Zahlen, die nicht nur relativen, sondern auch fast absoluten Wert haben, nur der folgende Weg als möglich.

Bei der Obduktion wurden stets die Halsorgane daraufhin untersucht, ob die Ek. zu sehen sind und ob sie schon bei der gewöhnlichen Betrachtung in ihrer Größe verändert sind. Hierauf wurden die Halsorgane mitsamt der Thymus in eine lückenlose Schnittserie zerlegt. Es wurde auf die Lückenlosigkeit der Serie besonderes Gewicht gelegt und Fälle, in denen sie aus technischen Gründen nicht völlig erzielt werden konnte, wurden von vornherein aus der Untersuchungsreihe eliminiert. Die Schnittdicke betrug 20 μ. Die Serien wurden zur Herstellung von Wachsmodellen nach dem gewöhnlichen Plattenverfahren verwendet. Dabei wurde eine 100fache lineare Vergrößerung gewählt, und bei der Schnittdicke von 20 μ betrug die Dicke der Wachsplatten 2 *mm*. Da es sich im vorliegenden Falle nicht etwa allein um die Form, sondern vor allem um die Größe, den Voluminhalt der Modelle handelte, wurde darauf besonders gesehen, daß die Plattendicke auch tatsächlich genau 2 *mm* betrage. Die Platten wurden von der Firma Dr. Grübler in Leipzig mit der gewünschten Genauigkeit hergestellt.

Besondere Vorsicht war auch beim Zusammenfügen der Platten erforderlich. Mittelst eines besonders zu diesem Zwecke konstruierten einfachen Apparates wurde nach Zusammenfügung von je 5 Platten kontrolliert, ob dabei das Modell auch genau um 1 *cm* gewachsen war. In den sehr seltenen Fällen, wo dies nicht der Fall war, wurde die erforderliche Korrektur vorgenommen. Ferner wurde beim Zusammenfügen der Platten kein fremdes Wachs verwendet, sondern die Vereinigung der Platten allein durch Abschmelzung ihres Randes herbeigeführt. Da, wie wir sofort hören werden, der Voluminhalt der Modelle durch Untertauchen in Wasser bestimmt wurde, mußte besonders darauf gesehen werden, daß beim Zusammenschmelzen der Platten keine Lücken übrig bleiben, in die sich das Wasser hätte hineinziehen können, was namentlich bei darauffolgender Vornahme von Kontrollwägungen zu einer groben Fehlerquelle hätte werden können. Die Zahl der hergestellten Modelle betrug 143, worunter sich 46 zum Teil sehr große Haupt-Ek. und 97 zum Teil sehr kleine akzessorische Ek. befanden.

Bei dem erforderlichen Zeitaufwande zur Herstellung so vieler Modelle stellte sich das Bedürfnis ein, ein flotteres Verfahren zum Zusammenfügen der Platten anzuwenden. Betrug doch die Zahl der verarbeiteten Platten über 3000. Hiebei erwies sich der galvanokaustische Spitzbrenner, wie ihn die Ophthalmologen verwenden, als besonders brauchbar. Durch Ausprobieren wurde das zur Arbeit erforderliche Optimum der Glut gefunden und so ging die Arbeit gleichmäßig und schnell vom Fleck und der große Zeitverlust durch das immerwährende Erhitzen des ausgekühlten Instrumentes in der offenen Flamme kam in Wegfall.

Die Haupt-Ek. der Ratte liegen in der Schilddrüse, jedoch so, daß sie mit einem Teil ihrer Oberfläche frei zutage liegen. Beim Zeichnen der Serien wurde darum stets der freie Teil der Ek.-Oberfläche

besonders markiert und so war es möglich, aus dem Wachsmodell zu sagen, wie groß der in die Schilddrüse versenkte und wie groß der frei liegende Teil der Ek.-Oberfläche war.

Zur Volumbestimmung der Modelle erwies sich folgende Methode als die beste. An einer recht langarmigen Wage wurde die eine Schale ausgehängt und durch eine ganz kleine ersetzt, die unten am Boden einen Haken trägt. An diesem wurde das Wachsmodell angehängt, an dem wieder unten ein Bleigewicht hing, ohne das ein Untertauchen des Wachsmodelles unter Wasser nicht möglich wäre. Nun wurde austariert und darauf unter dem bleibeschwerten Modell ein geräumiges, mit destilliertem Wasser gefülltes Gefäß so weit emporgehoben, daß das Modell samt Bleigewicht ganz untergetaucht war. Hierauf wurden mit einem Pinsel sorgfältig alle dem Modell und Bleigewicht anhaftenden Luftblasen entfernt, nachgesehen, ob nicht das Modell die Seitenwand des Gefäßes irgendwo berühre und nun auf die kleine Wagschale, an der das immergierte Modell hing, so viel Gewichte gelegt, bis das durch das Untertauchen des Modelles verlorene Gleichgewicht wieder hergestellt war. Das dazu nötig gewesene Gewicht, in Grammen ausgedrückt, gibt uns den Voluminhalt des Modelles plus Bleigewi htes in Kubikzentimetern an. Der Voluminhalt des Bleigewichtes, der schon vorher nach der gleichen Methode bestimmt worden war, wird nun von der gefundenen Zahl abgezogen und so die wahre Größe des Modelles ermittelt.

Da die Größe der Modelle sehr verschieden war, wurden zwei Garnituren zu ihrer Volumbestimmung verwendet, eine große Wage für die Haupt-Ek. und die großen akzessorischen und eine kleine aber recht empfindliche Handwage mit einem kleineren Bleigewicht für die kleinen akzessorischen Ek. Zum Aufhängen der großen Modelle mußte Messingdraht verwendet werden, und das Volumen seines mit untergetauchten Teiles wurde mit in die Rechnung gestellt. Zum Aufhängen der kleinen Modelle wurde ein dünner Faden verwendet, dessen Wasserverdrängung unberücksichtigt blieb.

Die Genauigkeit dieses Verfahrens zeigte sich bei der später zur Kontrolle ausgeführten Wiederholung der Wägung. Es ergab sich gar nicht selten, daß das Resultat der zweiten Wägung bis auf die Hundertstel Gramme dasselbe Resultat ergab wie die erste. Andere Male ergaben sich aber Unterschiede von Hundertstel oder gar wenigen Zehntelgrammen, wobei dann das Mittel der zwei Wägungen verwendet wurde.

Wie oben erwähnt, wurde das Modell in linear hundertfacher Vergrößerung hergestellt. Das gibt eine Volumsvergrößerung von 100^3, also eine millionfache Vergrößerung. Das wahre Volumen der Ek. selbst wurde aus dem Volumen der Wachsmodelle so berechnet, daß letzteres durch 1,000.000 dividiert wurde. Wenn also das Wachsmodell zum Beispiel 97 cm^3 groß war, so ist das Original-Ek. 0·000097 cm^3 groß. Wenn wir dabei blieben, die Originalgröße der Ek. ebenso in Kubikzentimetern auszudrücken, wie die der Wachsmodelle, so hätten wir, wie das Beispiel zeigt, immerfort mit unbequemen, viele Nullen enthaltenden Zahlen zu operieren. Es erwies sich darum für die hier in Betracht kommenden Größen als viel bequemer, eine kleinere Einheit als einen Kubikzentimeter zu wählen. Wir werden darum das Volumen der Original-Ek. stets in Kubikdezimillimetern ($= dmm^3$) ausdrücken. Es ist dies ein Kubus mit der Seitenlänge von 0·1 mm. Diese Einheit paßt nicht nur sehr gut für die hier in Betracht kommenden Größen, sondern ist auch darum bequem, weil zum Beispiel 97 cm^3 durch 1,000.000 dividiert, 97 dmm^3 ergibt, also die in Kubikzentimetern ausgedrückte Zahl des Modellvolumens identisch ist mit der in Kubikdezimillimetern ausgedrückten Zahl des Original-Ek.-Volumens.

1. Epithelkörperchen bei normalen Tieren.

A. Kasuistik.

Fall 1. Bei der Obduktion waren die Ek. leicht und bequem zu sehen. Mikroskopisch konnten außer den beiden Haupt-Ek. auch noch drei akzessorische gefunden werden, welche in der Nähe der Thymusspitze lagen, eines links, zwei rechts; eines der letzteren lag einer Cyste an. Die Haupt-Ek. konnten durch 45, beziehungsweise 33 Schnitte verfolgt werden, die akzessorischen durch 11, 9 und 3 Schnitte.

Die Form der Ek. war nach den Wachsmodellen die folgende: Das rechte Haupt-Ek. lang-oval, flach, der eine Pol in eine kurze, der andere in eine lange Spitze ausgezogen, die eine endständige knopfförmige Verdickung trägt. Die versenkte Fläche stark konvex und glatt, die freiliegende ist feinhöckerig, flach und nimmt die ganze Länge und Breite des Ek. ein. Das linke Haupt-Ek. ist kurz-oval, flach, mit einem abgerundeten und einem mehr ausgezogenen Pol, die versenkte Fläche glatt und stark konvex, die freiliegende feinhöckerig, nur leicht konvex und nimmt die ganze Länge, aber nur $^3/_4$ der Breite ein, so daß die eine Kante versenkt ist. Von den akzessorischen Ek. war eines längs-oval, flach, eines plump-unregelmäßig oval und eines, das der Cyste platt anliegende, schüsselförmig ausgehöhlt. Das Photogramm der Modelle siehe Taf. VII, Fig. 21 *b*

Das Volumen der Wachsmodelle:

rechtes Haupt-Ek.	207·62 *cm³*
linkes »	308·62 *cm³*
1. akzessorisches Ek.	7·13 *cm³*
2. » »	2·47 *cm³*
3. » »	2·33 *cm³*
Zusammen . . .	528·17 *cm³*

Berechnet man daraus das Volumen der Haupt- samt akzessorischen Ek. selbst, auf 100 *g* Körpergewicht[1] des Tieres bezogen und in Kubikdezimillimetern ausgedrückt, so erhält man 266·75 *dmm³*, wovon auf die akzessorischen Ek. 6·03 *dmm³* entfallen.

Histologischer Befund (Textfiig. 8, 9).

Haupt-Ek. Beide liegen regulär in der Schilddrüse, aus der sie sich gar nicht hervorwölben, haben eine äußerst dünne Bindegewebskapsel und unter ihrer am tiefsten versenkten Partie sind die Schilddrüsenfollikel in dünner Schicht deutlich zu ovalen Formen komprimiert. Die dem Ek. seitlich anliegenden Schilddrüsenfollikel zeigen keine Kompressionserscheinungen. Die Stromasepta des Ek. sind ganz zart (Fig. 8 *S*), führen wenig klaffende Gefäße (*C*), enthalten nur ausnahmsweise eosinrotes fibrilläres Gewebe und eine mäßige Anzahl dunkler, spindeliger Kerne, die teils dem Bindegewebe, teils den Kapillaren angehören (Fig. 8 *C*). Die Alveolen sind meist rundlich oder länglich, von etwas wechselnder Größe, im allgemeinen aber klein. Sie enthalten einige oder mehrere (Fig. 8 A_1, A_2) Epithelzellen, deren helle, ovale mit einer Chromatinstruktur versehene Kerne manchmal ausgesprochen an der Alveolarperipherie herumliegen (Fig. 8 A_2), und deren Protoplasma hell ist, keine Zellgrenzen aufweist und spärlich ist, so daß die Kerne relativ dicht zusammenliegen. Mitosen wurden keine gefunden. In den größeren Alveolen sieht man ferner hie und da die sonst nur zwischen den Alveolen liegenden Stromakerne auch in die Epithelmasse hineinziehen (Fig. 8 *K*). Die Breite der Alveolen beträgt nach 31 Messungen 24·5 μ im Durchschnitt, 40 μ im Maximum, 15 μ im Minimum.

Die akzessorischen Ek. zeichnen sich vor allem dadurch aus, daß das Stroma relativ und absolut reichlicher ist, viel mehr Stromakerne führt (Fig. 9 *S*), fast keine klaffenden Kapillaren aufweist und daß die Alveolen viel kleiner sind, so daß sie nur einige wenige Epithelzellen führen (Fig. 9 A_3), oft aber ihrer nur zwei (A_2) oder gar nur eine. Die Epithelzellen selbst sind denen im Haupt-Ek. ähnlich, nur haben die Kerne weniger Chromatinstruktur oder sind ganz strukturlos. Die Breite der Alveolen beträgt nach 18 Messungen 14·3 μ im Durchschnitt, 29 μ im Maximum, 10 μ im Minimum.

* * *

[1] Das Körpergewicht der Tiere ist im I. Abschnitte über die Rippe bei jedem Fall angegeben.

Fall 2. Bei der Obduktion konnten die Haupt-Ek. nicht gesehen werden, miskroskopisch fanden sie sich jedoch in natürlicher Lage und außer ihnen noch 3 akzessorische Ek., die in der Thymus lagen, 2 rechts, eines links. Die Haupt-Ek. konnten in der Serie durch 32, beziehungsweise 25 Schnitte verfolgt werden, die akzessorischen durch 7, 6 und 3 Schnitte.

Fig. 8.

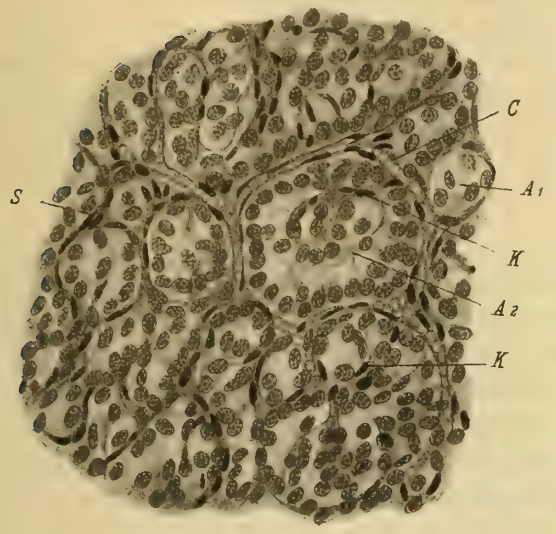


Fig. 9.

Fig. 8.

Fall 1. Detailbild aus dem Hauptepithelkörperchen bei 350facher Vergrößerung.

A_1 = kleinere, A_2 = größere Alveole. S = Stroma mit dunklen, spindeligen Kernen. C = klaffende Kapillare. K = Stromakerne, in die Epithelmasse der Alveolen eingewachsen.

Fig. 9.

Fall 1. Detailbild aus dem akzessorischen Epithelkörperchen bei 350facher Vergrößerung.

Die Alveolen sind sehr klein, enthalten nur einige wenige Epithelzellen (A_3), oft aber auch nur 2 (A_2) oder nur eine (A_1). Die Stromasepta dick und reich an dunklen, spindeligen Kernen (S).

Die Form der Ek. war nach den Wachsmodellen die folgende: Das rechte Haupt-Ek. war ganz lang-oval und platt mit einem abgerundeten und einem langausgezogenen Pol. Die versenkte Fläche flach-konvex und leicht wellig, die freie Fläche fast ganz flach, wenig wellig, die ganze Länge und Breite des Ek. einnehmend und an einer Kante um $^1/_5$ der Breite auf die versenkte Fläche übergreifend, so daß eine Kante bloßliegt. Das linke Haupt-Ek. ist kurz-oval, platt, die versenkte Fläche wellig, flach-konvex, die freie noch viel flacher, die ganze Länge, aber nur die halbe Breite des Organes einnehmend, so daß eine Kante versenkt ist. Von den akzessorischen Ek. waren 2 längs-oval, eines ein unregelmäßiger Tetraeder. Das Photogramm der Modelle siehe Taf. VII, Fig. 21 *b*.

Das Volumen der Wachsmodelle war folgendes:

rechtes Haupt-Ek.	85·37 *cm³*
linkes »	111·98 *cm³*
1. akzessorisches Ek.	1·06 *cm³*
2. » »	0·52 *cm³*
3. » »	0·46 *cm³*
Zusammen . . .	199·39 *cm³*

Aus diesen Zahlen berechnet, betrug das Volumen der Haupt- samt akzessorischen Ek. auf 100 *g* Körpergewicht des Tieres bezogen und in Kubikdezimillimetern ausgedrückt 147·7 *dmm³*, wovon auf die akzessorischen Ek. 1·51 *dmm³* entfallen.

Histologischer Befund.

Haupt-Ek. Beide liegen regulär in der Schilddrüse, die keinerlei Kompressionserscheinungen aufweist. Die Ek.-Kapsel sehr zart, das Stroma der Ek. ist mehr an den spindeligen, dunklen Kernen zu erkennen, denn rotes fibrilläres Gewebe macht sich nicht bemerkbar. In einem der Ek. sind die Alveolen gegen die freiliegende Ek.-Fläche zu fast so klein wie in einem akzessorischen Ek. und die Stromasepta dick und gegen die versenkte Fläche zu sind

die Alveolen größer und die Septa dünner, kernärmer. Im anderen Ek. bestehen solche Unterschiede nicht, es ist mehr gleichmäßig gebaut. Um die sehr spärlichen größeren Blutgefäße ist etwas mehr Stroma zu sehen. Die Alveolen sind rundlich, polygonal, länglich, gebogen, also sehr wechselnd. In den größeren Alveolen liegen mehrere, in den kleinen einige wenige Epithelzellen mit hellem, ovalem, gern am Alveolarrand, aber auch zentral liegendem Kern und spärlichem, hellem Protoplasma ohne Zellgrenzen. Mitosen konnten nicht nachgewiesen werden. Die Alveolarbreite betrug nach 30 Messungen 23·1 μ im Durchschnitt, 42·5 μ im Maximum, 12·5 μ im Minimum.

In den akzessorischen Ek. ist das Stroma reichlicher, kernreicher, die Alveolen ganz klein, nur wenige Epithelzellen enthaltend, diese von gleicher Beschaffenheit wie in den Haupt-Ek. Die Breite der Alveolen betrug nach 10 Messungen 16·8 μ im Durchschnitt, 2·5 μ im Maximum, 12·5 μ im Minimum.

* * *

Fall 3. Bei der Okduktion waren die Haupt-Ek. blos als winzige Pünktchen zu sehen. Histologisch konnten außer ihnen auch noch 2 akzessorische Ek. gefunden werden, die in der linken Thymus lagen. Die Haupt-Ek. konnten durch 28 beziehungsweise 24 Schnitte verfolgt werden, die akzessorischen durch je 4 Schnitte.

Die Form der Ek. war nach den Wachsmodellen die folgende: Das rechte Haupt-Ek. ist längs-oval, flach, mit abgerundeten Polen, die versenkte Fläche ist mäßig konvex und glatt, die freiliegende ebenfalls glatt, aber ganz wenig konvex und nimmt die ganze Länge und Breite des Ek. ein und greift um $^1/_3$ der Breite nach an einer Kante auf die versenkte Fläche über, so daß diese Kante bloßliegt. Das linke Haupt-Ek. ist längs-oval, flach, mit einem abgerundeten und einem zu einer stumpfen Spitze ausgezogenen Pol. Die versenkte Fläche ist mäßig konvex und glatt, die freie ganz flach-konvex, glatt und nimmt die ganze Breite, aber nur $^4/_5$ der Länge ein, so daß der abgerundete Pol ganz versenkt ist. Von den akzessorischen Ek. war eines kurz-oval, das andere ein Tetraeder. Das Photogramm der Modelle siehe Taf. VII, Fig. 21 *a*.

Das Volumen der Modelle betrug:

rechtes Haupt-Ek.	89·82 cm^3
linkes »	80·95 cm^3
1. akzessorisches Ek.	1·22 cm^3
2. » »	0·74 cm^3
Zusammen	172·73 cm^3

Daraus ergibt sich, daß das Volumen der Haupt- samt akzessorischen Ek. auf 100 *g* Körpergewicht berechnet, 134·95 dmm^3 beträgt, wovon auf die akzessorischen 1·53 dmm^3 entfallen.

Histologischer Befund.

Haupt-Ek. Beide liegen regulär in der Schilddrüse, deren Follikel nirgends Kompressionserscheinungen aufweisen. Die Ek.-Kapsel ganz zart. Die Stromasepta enthalten mäßig viele, spindelige Kerne, aber eigentlich fast kein fibrilläres Bindegewebe und sind in allen Teilen des Organes gleich beschaffen und gleich verteilt. Nur selten findet man ein größeres, von etwas fibrillärem Gewebe umgebenes Gefäß mit rein endothelialer Wand und guter Füllung des Lumens. Auch die Kapillaren in den Septen sind nicht selten gut gefüllt. Die Alveolen überall von gleichmäßig geringer Größe und wechselnder Form. Die Zahl der Epithelzellen in den Alveolen gering, die Kerne gern randständig, an der Alveolarperipherie liegend, hell, oval, das Protoplasma spärlich, hell, ohne scharfe Grenzen. Keine Mitosen nachweisbar. Die Alveolarbreite beträgt nach 28 Messungen 23·7 μ im Durchschnitt, 37·5 μ im Maximum und 12·5 μ im Minimum.

Die akzessorischen Ek. weisen ein nur etwas reichlicheres kernreicheres Stroma auf, die Alveolen sind deutlich kleiner, die Kapillaren stellenweise mäßig gefüllt und die Epithelzellen von gleicher Beschaffenheit wie im Haupt-Ek. Die Breite der Alveolen beträgt nach 13 Messungen 12·1 μ im Durchschnitt, 22·5 μ im Maximum, 10 μ im Minimum.

* * *

Fall 4. Bei der Sektion waren die Ek. als winzige Pünktchen mit freiem Auge deutlich zu sehen. Außer den beiden Haupt-Ek. fand sich mikroskopisch auch noch ein akzessorisches Ek. in der rechten Thymus. Die Haupt-Ek. gingen durch 33, beziehungsweise 28 Schnitte, das akzessorische durch 6 Schnitte.

Die Form der Ek. war an den Wachsmodellen die folgende: Das rechte Haupt-Ek. ist stark gedrungen, oval, flach, die versenkte Fläche ist stark konvex, die freie leicht höckerig, nur etwas konvex, nimmt bloß die halbe Länge und die halbe Breite des Ek. ein, ist somit sehr klein und beide Pole sowie eine Kante sind versenkt. Das linke Haupt-Ek. ist längs-oval und flach, mit einem abgerundeten und einem meißelförmig zugeschärften Rand. Die versenkte Fläche ist glatt, stark konvex, die freie feinhöckerig, ganz flach und nimmt die ganze Breite, aber nur $^5/_6$ der Länge ein, so daß der abgerundete Pol versenkt ist. Das akzessorische Ek. war gedrungen oval. Das Photogramm der Modelle siehe Taf. VII, Fig. 21 *f*.

Das Volumen der Wachsmodelle:

rechtes Haupt-Ek.	97·27 cm^3
linkes »	142·69 cm^3
akzessorisches Ek.	1·32 cm^3
Zusammen . . .	241·28 cm^3

Danach beträgt das Volumen der Haupt- samt den akzessorischen Ek. auf 100 *g* Körpergewicht bezogen 180·06 dmm^3, wovon auf das akzessorische Ek. 0·98 dmm^3 entfallen.

Histologischer Befund (Taf. VIII, Fig. 1).

Haupt-Ek. Beide liegen regulär in die Schilddrüse versenkt (*ek*), welche keine Spur von Verdrängungserscheinungen darbietet. Die Follikel der Schilddrüse sind an der Oberfläche groß (*a*), in der Tiefe klein (*b*), aber nicht abgeplattet und diese Kleinheit der tiefen Follikel hängt in keiner Weise mit der Anwesenheit des Ek. zusammen, sondern ist überall in der Schilddrüse dieses und der meisten anderen Fälle zu sehen. Diese Ek.-Kapsel ist äußerst zart und grenzt beide Parenchyme scharf voneinander ab (Fig. 1). In einem der Ek. sind die Alveolen von gleichmäßiger, geringer Größe (Fig. 1) und die Alveolarsepta überall gleichmäßig dick und kernreich. Im anderen, rechten Ek. sind die Alveolen nahe der freien Ek.-Fläche kleiner und die Stromasepta hier etwas dicker und kernreicher als in der Tiefe. Es gibt nur sehr wenige größere, von mehr Bindegewebe umgebene Blutgefäße. Die Kapillaren in den Alveolarsepten sind stellenweise etwas gefüllt. Die Zahl der Epithelzellen in den Alveolen ist gering, wenn auch je nach der Alveolargröße wechselnd. Die Zellen haben einen hellen, ovalen Kern, ein spärliches helles Protoplasma ohne Zellgrenze. Mitosen fehlen ganz. Die Breite der Alveolen beträgt nach 34 Messungen 24·3 μ im Durchschnitt, 37·5 μ im Maximum, 12·5 μ im Minimum.

Im akzessorischen Ek. sind die Alveolen kleiner, das Stroma reichlicher, die Epithelzellen kleiner, vor allem protoplasmaärmer als im Haupt-Ek. Die Alveolarbreite betrug nach 11 Messungen 15·2 μ im Durchschnitt, 25 μ im Maximum, 12·5 μ im Minimum.

* * *

Fall 5. Bei der Obduktion waren die Haupt-Ek. makroskopisch nicht mit Sicherheit zu sehen. Bei der mikroskopischen Untersuchung fanden sie sich an typischer Stelle und außer ihnen auch noch ein akzessorisches Ek. oberhalb der linken Thymusspitze. Nebenbei sei noch erwähnt, daß nahe der linken Thymusspitze einer Cyste anliegend sich ein Stück branchiogenen Knorpels fand, das in 4 Schnitten enthalten ist und im Photogramm (Taf. VII, Fig. 21 *g*) neben dem akzessorischen Ek. abgebildet ist. Die Haupt-Ek. gingen durch 36, beziehungsweise 32, das akzessorische durch 4 Schnitte.

Die Ek.-Form war nach den Wachsmodellen die folgende: Das rechte Haupt-Ek. längs-oval, mäßig flach, mit einem abgerundeten und einem etwas zugespitzten Pol. Beide Flächen sind leicht-höckerig, die versenkte mehr konvex als die freie, diese nimmt die ganze Länge und Breite des Ek. ein und greift an einer Kante um $^1/_4$ der Breite, an einem Pol um $^1/_6$ der Länge auf die versenkte Fläche über, so daß die freie Fläche sehr groß ist und der plumpe Pol sowie eine Kante bloßliegt. Am freien Pol hat die Oberfläche eine an der Grenze beider Flächen liegende seichte Furche. Das linke Haupt-Ek. ist längs-oval, mäßig flach, hat abgerundete Pole, beide Flächen sind glatt und beide gleich stark konvex. Die freie Fläche nimmt die ganze Länge und Breite des Ek. ein, greift an einer Kante und einem Pol auf die versenkte Fläche über und zeigt abseits von der Flächengrenze eine schräg über die ganze Länge hinziehende Furche. Das akzessorische Ek. ist ganz lang, schmal, von drehrundem Querschnitt. Das Photogramm der Modelle siehe Taf. VII, Fig. 21 *g*.

Das Volumen der Wachsmodelle:

rechtes Haupt-Ek.	175·67 cm^3
linkes »	214·72 cm^3
akzessorisches Ek.	1·32 cm^3
Zusammen . . .	391·71 cm^3

Es ergibt sich aus den Zahlen, daß die Haupt- samt akzessorischen Ek. auf 100 *g* Körpergewicht berechnet, ein Volumen von 174·09 *dmm*³ besitzen, wovon auf das akzessorische 0·59 *dmm*³ entfallen.

Histologischer Befund (Textfiig. 10).

Haupt-Ek. Beide liegen regulär in der Schilddrüse, die keine Spur von Kompressionserscheinungen aufweist. Die sehr zarte Kapsel trennt beide Parenchyme scharf voneinander. Selten sieht man im Ek. ein größeres Gefäß mit etwas umgebendem Bindegewebe. Die Alveolen sind im ganzen von mittlerer Größe (Fig. 10 A_2), die Septa mäßig dick

Fig. 10.

Fall 5. Detailbild aus dem Hauptepithelkörperchen bei 350facher Vorgrößerung.

A_1 = kleine, A_2 = große Alveole. K = Kerne kollabierter Kapillaren, die in die Epithelmasse eingedrungen sind. S = Stroma mit stellenweise klaffenden Kapillaren = C.

und kernreich (S) mit stellenweise injizierten Kapillaren (C). Daß kleine Alveolen mehr an der freien Oberfläche liegen, ist nur andeutungsweise zu sehen. Kleine Alveolen liegen auch sonst im Parenchym verstreut (A_1). Die Zahl der Epithelzellen in der Alveole richtet sich nach der Größe der letzteren (A_1, A_2), ist aber im allgemeinen gering. Die Zellen haben einen hellen, ovalen Kern mit wenig Chromatinstruktur, der gern an der Alveolarperipherie sitzt und ein spärliches helles Protoplasma mit fehlenden Zellgrenzen. Mitosen konnten nicht gefunden werden. Es ist bemerkenswert, daß man in etwas größeren Alveolen (A_2) Stromakerne sieht (K), die vom Septum her in die Epithelmasse eingedrungen sind. Die Stromakerne gehören, wie man sich an besser injizierten Ek. anderer Fälle überzeugen kann, nicht so sehr eingedrungenen Bindegewebssepten, als vielmehr Kapillaren an, welche kollabiert und darum als solche nicht erkennbar sind. Die Alveolarbreite: 33 Messungen, 25 μ Durchschnitt, 35 μ Maximum, 15 μ Minimum.

Im akzessorischen Ek. sind die Alveolen kleiner, das Stroma aber nicht auffallend reichlich, die Zahl der Zellen am Alveolus stets sehr gering, die Epithelzellen selbst etwas kleiner als im Haupt-Ek., sonst aber gleich. Die Alveolarbreite: 19 Messungen, 15·9 μ Durchschnitt, 30 μ Maximum, 10 μ Minimum.

* * *

Fall 6. Bei der Obduktion waren die Haupt-Ek. als winzige Pünktchen schwach angedeutet, histologisch fanden sich außer ihnen auch noch 4 akzessorische Ek., von denen 2 an der linken, eines an der rechten Thymus lag und eines im rechten Schilddrüsenlappen, genau wie ein Haupt-Ek. partiell ins Schilddrüsengewebe versenkt. Die Haupt-Ek. gingen durch 33, beziehungsweise 27 Schnitte, die akzessorischen durch 6, 3, 3, 2 Schnitte.

Die Form der Ek. war nach den Wachsmodellen die folgende: Das rechte Haupt-Ek. mäßig längs-oval, flach, die Pole abgerundet, die versenkte Fläche glatt, recht konvex, die freie glatt, fast rein platt, nimmt die ganze Länge und Breite ein und greift an beiden Polen und einer Kante etwas, an der anderen Kante jedoch um $^1/_4$ der Breite auf die versenkte Fläche über, so daß eine Kante bloßliegt. Das linke Haupt-Ek. ist gedrungen oval, die Pole abgerundet, beide Flächen glatt, die versenkte stark konvex mit ganz seichter Furche an einem Pol, die freie nur etwas konvex und nimmt die ganze Länge und Breite des Ek. ein. Von den akzessorischen Ek. waren 2 kurz-oval, flach, eines längs-oval, flach, eines unregelmäßig oval, platt. Die Photogramme der Modelle siehe Tafel VII, Fig. 21 *d*.

Das Volumen der Wachsmodelle:

rechtes Haupt-Ek.	124·53 cm^3
linkes »	96·26 cm^3
1. akzessorisches Ek.	2·07 cm^3
2. » »	0·87 cm^3
3. » »	0·76 cm^3
4. » »	0·49 cm^3
Zusammen . . .	224·98 cm^3

Daraus ergibt sich als Volumen der Haupt- samt akzessorischen Ek., auf 100 g Körpergewicht berechnet, 152·01 dmm^3, wovon auf die akzessorischen 2·83 dmm^3 entfallen.

Histologischer Befund (Textfig. 12).

Haupt-Ek. Beide liegen regulär im Schilddrüsengewebe, ohne dieses irgendwie zu komprimieren. Die Ek.-Kapsel sehr zart. Das Stroma (*S*) mäßig entwickelt und mäßig reich an Bindegewebskernen. Die Kapillaren (*C*) stellenweise

Fig. 12.

Fall 6. Detailbild aus dem Hauptepithelkörperchen. Partie nahe der freien Epithelkörperchen-Oberfläche. 350fache Vergrößerung.

Hier die Alveolen durchschnittlich sehr klein, mit einer (A_1), zwei (A_2) oder einigen wenigen (A_3) Zellen, hie und da auch größere (A_4). Im mäßig entwickelten Stroma (*S*) stellenweise klaffende Blutkapillaren (*C*) und mäßig viele Stromakerne.

gefüllt. Hie und da findet man ein größeres, gut gefülltes Gefäß fast ohne begleitendes Bindegewebe. Die Alveolen meist von mittlerer Größe (A_4), aber nahe der freien Oberfläche vielfach sehr klein, so daß nur einige wenige (A_3), auch nur 2 (A_2) oder gar nur eine Zelle (A_1) Platz darin finden. Die Zellen sind von mittlerer Größe, haben einen ovalen, hellen Kern, mit etwas Chromatinstruktur und ein nur mäßig entwickeltes, helles Protoplasma. Mitosen fehlen. Die Alveolarbreite beträgt nach 34 Messungen 22 μ im Durchschnitt, 35 μ im Maximum, 12·5 μ im Minimum.

Die akzessorischen Ek. zeigen etwas kleinere Alveolen, die Epithelzellen sind kleiner, namentlich protoplasmaärmer, das Stroma nicht reichlicher als in den Haupt-Ek. Die Alveolarbreite beträgt nach 15 Messungen im Durchschnitt 16·8 μ, im Maximum 25 μ, im Minimum 10 μ.

* * *

Fall 7. Bei der Obduktion waren die Haupt-Ek. mit freiem Auge nicht sichtbar. Histologisch fanden sie sich aber an typischer Stelle und außer ihnen noch ein akzessorisches Ek. Die Haupt-Ek. gingen durch 38, beziehungsweise 26, das akzessorische durch 4 Schnitte.

Die Form der Ek. war nach den Wachsmodellen die folgende: Das rechte Haupt-Ek. ist nicht oval, sondern ebenso lang wie breit, aber flach, die eine Kante ist etwas zugeschärft. Die versenkte Fläche ist glatt, stark konvex, die freie ganz platt und nimmt die ganze Länge und Breite des Ek. ein. Das linke Haupt-Ek. ist längs-oval, flach, mit

abgerundeten Polen, die versenkte Fläche ist stark konvex, leicht höckerig, mit seichter Furche versehen, die freie Oberfläche ist leicht höckerig, nur leicht konvex und nimmt die ganze Länge, aber nur etwas mehr als die halbe Breite des Ek. ein, so daß eine Kante versenkt ist. Das akzessorische Ek. war von unregelmäßiger Gestalt, plump, zackig. Das Photogramm der Modelle siehe Taf. VII, Fig. 21 *e*.

Das Volumen der Modelle:

rechtes Haupt-Ek.	127·20 cm^3
linkes »	106·07 cm^3
akzessorisches Ek.	0·61 cm^3
Zusammen . . .	233·88 cm^3.

Danach beträgt das Volumen der Haupt- samt akzessorischen Ek. selbst auf 100 *g* Körpergewicht des Tieres berechnet, 133·02 dmm^3, wovon auf das akzessorische 0·35 dmm^3 entfallen.

Histologischer Befund (Taf. VII, Fig. 2 und Textfig. 11).

Haupt-Ek. Beide liegen regulär in der Schilddrüse (Fig. 2 *ek*), aus der sie nicht prominieren. Wiewohl die Ek. nicht vergrößert sind, zeigen die Schilddrüsenfollikel, welche unter dem Ek. liegen (Fig. 2 *b*), bis zu einer gewissen Tiefe eine deutliche Abplattung, die an den dem Ek. seitlich anliegenden Follikeln (*a*) ganz fehlt. Es ist dies der Ausdruck des sich schon beim normalen Ek. ausnahmsweise geltend machenden Wachstumsdruckes, der lateral nach

Fig. 11.

Fall 7. Detailbild aus dem Hauptepithelkörperchen bei 350facher Vergrößerung.

Eine zentral liegende, größere (*A*) und die an sie ringsherum anstoßenden Alveolen sind durch schmale, kernarme Stromasepta voneinander getrennt, welche eigentlich bloß ein gut gefülltes Kapillarnetz (C_1) darstellen. Auch in der Alveole *A* liegen 3 eingewachsene Kapillaren C_2.

beiden Seiten gleichmäßig wirkt, sich also verteilt, und keine merklichen Folgen hat. Der Dicke nach aber konzentriert sich der ganze Wachstumsdruck nur auf die untere Fläche, da die freiliegende Fläche infolge des anliegenden Muskels (*M*) sich nicht über das Niveau der Schilddrüsenoberfläche erheben kann. Um was also das Ek. an Dicke zunimmt, um das wird es vom Muskel in die Schilddrüse hineingepreßt. Die Ek.-Kapsel ist sehr zart, grenzt beide Parenchyme scharf voneinander ab (Fig. 2). Das Stroma ist im vorliegenden Falle besonders zart, arm an Kernen, und die Kapillaren der Alveolarsepta besonders gut gefüllt (Fig. 11 C_1). Gröbere Stromasepta und größere Gefäße fehlen fast ganz. Die Alveolen sind durchschnittlich von der gleichen Größe wie in den meisten normalen Fällen. Die Epithelzellen von normaler, mittlerer Größe; im ovalen hellen Kern eine deutliche Chromatinstruktur und das Protoplasma nur mäßig entwickelt, aber deutlich röter mit Eosin gefärbt (Fig. 11), als in den anderen normalen Fällen. In einem der Ek. konnten zwei Mitosen im Stadium des Muttersterns nachgewiesen werden. In diesem Falle, der durch eine besonders gute Füllung der Kapillaren ausgezeichnet ist, bot sich die beste Gelegenheit zum Nachweise, daß die die größeren Alveolen auch im normalen Ek. hie und da durchziehenden Stromakerne eigentlich Endothelzellen kollabierter Kapillaren sind. Hier sind nämlich auch diese Kapillaren gefüllt (Fig. 11 C_2) und wir sehen in der Fig. 11 gleich 3 Exemplare nebeneinander. Die Alveolarbreite beträgt nach 37 Messungen 25·3 μ im Durchschnitt, 42·5 μ im Maximum, 15 μ im Minimum.

Im akzessorischen Ek. besteht gegen die Haupt-Ek. nur insofern ein Unterschied, als die Alveolen und Epithelzellen kleiner sind. Im übrigen ist der Befund der gleiche. Die Alveolarbreite beträgt nach 12 Messungen im Durchschnitt 15·6 μ, maximal 22·5 μ, minimal 10 μ.

* * *

Fall 8. Bei der Obduktion wurden die Ek. als sehr klein bezeichnet. Mikroskopisch konnte kein akzessorisches Ek. gefunden werden. Die Haupt-Ek. wurden durch 25, beziehungsweise 22 Schnitte in der Serie verfolgt.

Die Form der Ek. war an den Wachsmodellen die folgende: Das rechte Haupt-Ek. war lang-oval, die Pole abgerundet, das Ek. ist nicht flach, es ist dicker als breit. Die Oberfläche ist überall glatt, die versenkte stark-, die freie flach-konvex und letztere nimmt die ganze Länge und Breite ein. Das linke Haupt-Ek. war besonders lang-oval, flach, die Pole abgerundet. Die Oberfläche überall glatt, die versenkte etwas stärker konvex als die freie, diese nimmt die ganze Länge ein, aber nur $^3/_4$ der Breite, so daß eine Kante versenkt ist, dafür aber greift sie an der anderen Kante um $^1/_4$ der Breite auf die versenkte Fläche über, so daß diese Kante wieder bloßliegt. Das Photogramm der Modelle siehe Taf. VII, Fig. 21 *c*.

Das Volumen der Wachsmodelle:

rechtes Haupt-Ek.	96·52 cm^3
linkes »	119·85 cm^3
Zusammen . . .	216·37 cm^3.

Demnach beträgt das Volumen der Haupt-Ek. auf 100 *g* Körpergewicht des Tieres berechnet, 152·37 dmm^3.

Histologischer Befund. Beide Haupt-Ek. liegen regulär in der Schilddrüse, über deren Niveau sie nicht prominieren. Die Schilddrüse zeigt da, wo das Ek. liegt, wie immer eine Unterbrechung der viel größeren, superfiziellen Follikellage, aber nirgends eine Spur von Kompressionserscheinungen. Die Ek.-Kapsel ist zum Teil zart, zum Teil etwas dicker, mit vielen Bindegewebsfibrillen ausgestattet und führt über dem versenkten Teil große Arterien und Venen, die durch die Schilddrüse zur Ek.-Kapsel gelangen und von da aus die Vascularisation des Ek. besorgen. Die Alveolen sind durchschnittlich von normaler Größe und werden gegen die freie Oberfläche zu unbedeutend kleiner. Die gröberen Stromasepta führen mäßig viel fibrilläres Gewebe und mittelgroße, mäßig gefüllte Blutgefäße; die feineren Stromasepta sind relativ auch noch etwas dick, aber in ihnen fällt nicht das fibrilläre Gewebe, sondern der große Reichtum an den gewöhnlichen, dunkeln, spindelförmigen Stromakernen auf. In den Alveolen liegen die Epithelzellen mit Vorliebe in zwei Reihen, mit basalständiger Kernpalissade, das Protoplasma nach innen gekehrt. In größeren Alveolen finden auch zentral noch einige Zellen Platz. Die Epithelzellen sind klein, haben einen kleinen, ovalen, ganz lichten Kern ohne Chromatinzeichnung, höchstens hie und da mit einem Nucleolus, ein spärliches, sehr lichtes, wenn auch nicht ganz wasserhelles Protoplasma mit hie und da deutlich sichtbarer Zellgrenze. Mitosen fehlen vollständig. Wie in allen normalen Fällen, findet man auch hier in Alveolen, die aus mehr als zwei Zellreihen bestehen, mitten in der Epithelmasse 1 bis 2 typische eingewachsene Stromakerne, die kollabierten Kapillaren angehören. Die Breite der Alveolen: 36 Messungen, 26·7 μ Durchschnitt, 50 μ Maximum, 12·5 μ Minimum.

B. Größe und histologische Beschaffenheit der normalen Epithelkörperchen.

Unter den acht normalen Tieren waren die Haupt-Ek. bei der Obduktion mit freiem Auge 3mal gar nicht oder nicht mit Sicherheit zu sehen (Fall 2, 7, 5), wiewohl sie sich bei der späteren mikroskopischen Untersuchung an typischer Stelle fanden. In 4 Fällen (3, 4, 6, 8) waren sie als winzige helle Pünktchen gerade noch zu sehen oder angedeutet, und nur im Falle 1 waren sie leicht und bequem zu sehen. Wir können also sagen, daß die Haupt-Ek. der normalen Ratte zumeist an der Grenze der Wahrnehmbarkeit mit freiem Auge stehen, was allerdings nur für das Myopenauge gilt. Für den Emmetropen dürfte sich die Wahrnehmbarkeit dieser winzigen Objekte noch ungünstiger gestalten.

Da unser Interesse hauptsächlich auf die Frage gerichtet ist, wie groß der Gesamtbestand an Epithelkörpergewebe in jedem Falle ist, so soll im Folgenden in jedem Falle das Gesamtvolumen der Haupt- plus akzessorischen Ek. besprochen werden. Zwar ist das Gewebe der akzessorischen Ek. im Vergleich mit dem der Haupt-Ek. nach dem histologischen Bilde qualitativ minderwertig, doch ist die Größe der akzessorischen Ek. so sehr gering im Vergleich mit der der Haupt-Ek., daß der damit gemachte Fehler nicht nennenswert ist. Das Diagramm XXVI, Tafel X, zeigt uns, daß das (relative siehe unten) Gesamtvolumen des Ek.-Gewebes von Fall zu Fall nur um sehr weniges variiert.

Nur der Fall 1 fällt mit seinem für normale Fälle ungewöhnlich großen Bestande an Ek.-Gewebe ganz aus der Reihe. Es ist gewiß kein Zufall, daß gerade dieser Fall sowohl in der Rippe, als auch im Fibulacallus die kleinsten Osteoidmaße aufweist (Diagramm X und XXIV) und so auch in dieser Hinsicht in gleicher Weise aus der Reihe der anderen fällt. Es ist schwer dieses Verhalten zu erklären, aber es drängt sich die Frage auf, ob es sich nicht um eine derzeit spurlos ausgeheilte Rachitis handle, von der aber noch ein Rest der ehemaligen Ek.-Vergrößerung und eine Art Überkorrektur der Kalkstörung nachweisbar ist.

Auf alle Fälle wurde in der folgenden Tabelle, die die Abhängigkeit der Ek.-Größe vom Körpergewicht nachweist, der Fall 1 ausgelassen.

Fall	Körpergewicht	Ek.-Volumen
3	128 *g*	172 *dmm*³
4	134 *g*	241 *dmm*³
2	135 *g*	199 *dmm*³
8	142 *g*	216 *dmm*³
6	148 *g*	224 *dmm*³
7	175 *g*	233 *dmm*³
5	225 *g*	391 *dmm*³

In der Tabelle sind die Tiere nach ihrem Körpergewicht geordnet oder, was dasselbe ist, nach dem Alter. Danach ist Tier 3 das leichteste, Tier 5 das schwerste. Setzt man zu jedem Fall das absolute Gesamtvolumen der Haupt- samt akzessorischen Ek. in Kubikdezimillimetern ausgedrückt, so überzeugt man sich, daß gradatim mit zunehmendem Körpergewicht auch die Ek. wachsen. Nur der Fall 4 hat für sein Körpergewicht etwas zu große Ek. Nach dem Körpergewicht steht er an zweiter Stelle, nach dem Ek.-Volumen sollte er an vorletzter Stelle stehen. Wir sehen also, daß unsere noch in der Wachstumsperiode befindlichen Tiere mit zunehmendem Alter eine Volumszunahme der Ek. aufweisen. So ist es ja auch beim Menschen.

Da aber das absolute Ek.-Volumen mit dem Körpergewicht wächst, darf diese Tatsache nicht unberücksichtigt bleiben. Es empfiehlt sich daher stets das relative Ek.-Volumen zu berechnen und dies geschah in der Weise, daß bei jedem Falle berechnet wurde, wieviel Kubikdezimillimeter Ek.-Gewebe auf 100 *g* Körpergewicht des Tieres fallen. Wir wollen fortan nur mit diesem relativen Ek.-Volumen operieren, welches auch dem Diagramm XXVI, Tafel X zugrunde gelegt wurde.

Dieses zeigt uns, daß bei den normalen Tieren die Schwankung des relativen Ek.-Volumens in den verschiedenen Fällen gering ist; es ist im maximalen Falle 1 genau doppelt so groß, wie im minimalen Falle 7, und wenn wir den Fall 1 aus den genannten Gründen außer acht lassen, so beträgt die Differenz zwischen Maximum und Minimum etwas mehr als $^1/_3$. Wir können sagen, die normalen Tiere zeigen in auffallender Weise eine fast konstante relative Größe ihres Ek.-Apparates.

* * *

Die Lage des Haupt-Ek. war in allen Fällen die für die Ratte typische (Fig. 1, 2, Taf. VIII). Es liegt (*ek*) derart in die Schilddrüse (*b*) eingelagert, daß es mit einem Teil seiner Oberfläche an der Schilddrüsenoberfläche sichtbar ist. Eine äußerst zarte Bindegewebskapsel trennt beide Parenchyme linear scharf voneinander ab, und führt zuweilen deutlich sichtbare größere Arterien und Venen, welche, aus dem Schilddrüsenparenchym kommend, in's Ek. eintreten.

Die Schilddrüsenfollikel haben in der Regel rundliche Formen und sind an der äußersten Peripherie (Taf. VIII, Fig. 1, 2 *a*) oft größer als in der Tiefe (*b*), wo sie aber auch rund sind (Fig. 1 *b*).

Wo das Ek. liegt, da ist die periphere Lage großer Follikel einfach unterbrochen. In zwei Fällen (1, 7) jedoch fiel es auf, daß die unterhalb des Ek. gelegenen Schilddrüsenfollikel (Fig. 2 *b*) bis zu einer gewissen geringen Tiefe abgeplattet waren, während dies seitlich vom Ek. niemals der Fall war. Die Art, wie dies Verhalten zustande kommt, ist aus Fig. 2 zu ersehen. Indem das Ek. der Länge nach wächst, sucht es die Schilddrüsenfollikel zu verdrängen und diese Verdrängung verteilt sich auf beide Pole gleichmäßig. Bei der Dickenzunahme jedoch konzentriert sich diese Verdrängung allein auf die unterhalb des Ek. gelegenen und darum hier deutliche Kompressionserscheinungen aufweisenden Schilddrüsenfollikel und dies hat darin seinen Grund, daß eine Vorwölbung der Ek. über die Schilddrüsenoberfläche beim Dickenwachstum durch die darüber gespannten Halsmuskeln (*m*) verhindert wird.

Die Form der Haupt-Ek. ist aus Fig. 1 und 2, Taf. VIII sowie aus Fig. 21 *a* bis *h*, Taf. VII, zu ersehen. Weitaus am häufigsten ist das normale Ek. längs-oval und parallel zur Körperachse gestellt, viel seltener kurz-oval, mehr gedrungen, und nur ausnahmsweise so lang als breit. Ferner ist das Haupt-Ek. so gut wie immer flach, selten stärker abgeplattet und nur ganz ausnahmsweise ist seine Dicke größer als die Breite. Beim Betrachten von der Schilddrüsenoberfläche her läßt sich die Länge und Breite und nur auf der senkrecht zur Schilddrüsenoberfläche geführten Schnittfläche auch die Dicke des Ek. beurteilen. Die Pole sind zumeist abgerundet (Fig. 2), schon etwas seltener in eine längere oder kürzere Spitze ausgezogen (Fig. 21 *g, h*). Ebenso sind die Kanten meist abgerundet, selten etwas abgeplattet. Die in die Schilddrüse versenkte Ek.-Oberfläche ist immer stärker konvex als die freiliegende (Fig. 1), die letztere ist vielfach sogar mehr oder weniger flach. Ferner ist die Oberfläche mehr weniger glatt und ist eine geringe Höckerung oder wellige Unebenheit zu finden, so ist das an der versenkten Oberfläche viel häufiger der Fall als an der freiliegenden. Nur ausnahmsweise weist die Oberfläche an der bloßliegenden oder versenkten Oberfläche oder an einem Pol eine seichte Furche auf, die nur einmal an der Grenze zwischen der versenkten und bloßliegenden Oberfläche lag.

Dadurch, daß an den Modellen die freiliegende Ek.-Oberfläche (durch dunklen Anstrich) von der versenkten unterschieden ist, kann das gegenseitige Verhalten beider leicht studiert werden. In dem Photogramm der Fig. 21 ist die Unterscheidung beider Flächen zum Beispiel in *b, f* und *h* gut zu sehen, in anderen nicht. Das hängt nur davon ab, wie das Modell zum Photographieren gelegt worden war. Es läßt sich an den Modellen sehen, daß die versenkte Oberfläche größer ist als die freiliegende und daß nicht selten die Grenze zwischen beiden Oberflächen an dem längsovalen, flachen Ek. durch die beiden Pole und Kanten geht. Recht häufig ist die freiliegende Oberfläche dadurch verkleinert, daß das Ek. mit einem Pol oder einer Kante ganz in die Schilddrüse versenkt ist oder, wenn auch seltener, dadurch vergrößert, daß das Ek. mit einer Kante und nur ausnahmsweise mit einem Pol ganz aus der Schilddrüse hervortaucht. In Fig. 1 ist zum Beispiel zu sehen, daß der rechte abgerundete Pol ganz in der Schilddrüse versenkt ist.

* * *

Die Alveolen, aus denen das Ek. aufgebaut ist, sind meist von wechselnder Form, rund, länglich, polygonal, gebogen (Textfig. 8, 10 bis 12), selten von mehr gleichmäßiger Beschaffenheit. Sehr oft ist zu sehen, daß gegen die freie Oberfläche hin die Alveolen kleiner sind als an anderen Stellen, und dies ist bald sehr ausgesprochen, bald nur angedeutet. Die Zahl der Epithelzellen, die einen Alveolus zusammensetzen, wechselt natürlich nach der Alveolargröße; zumeist ist sie gering (Fig. 8 A_1, 10 H_2, 12 A_4), selten größer Fig. 8 A_2, 11), häufig aber enthält ein Alveolus nur einige wenige (Fig. 12 A_3), selbst auch nur zwei Zellen (A_2) oder gar nur eine (A_1). Solche besonders kleine Alveolen finden sich nicht nur nahe der freien Oberfläche, sondern auch sonst eingestreut. Im Diagramm XXVIII, Tafel XI ist die durchschnittliche Alveolargröße zusammengestellt, welche, wie man sich mit einem Blick überzeugen kann, in den verschiedenen Fällen nur äußerst geringe Schwankungen aufweist. Im Durchschnitt waren die Alveolen am kleinsten, nämlich 22·1 μ groß, im Falle 6, und am größten, nämlich 26·7 μ groß, im Falle 8. Nicht nur die relative Ek.-

Größe, sondern auch die durchschnittliche Alveolargröße ist beim normalen Tier auffallend konstant.

Das Stroma des normalen Ek. ist im allgemeinen zart, doch wechselt es mit der Größe der Alveolen. An Stellen mit großen Alveolen ist das Stroma so zart (Fig. 8), daß bei der erheblichen Schnittdicke der Serien die Fibrillen gar nicht zum Vorschein kamen und die Septa hauptsächlich an der Anwesenheit ihrer typischen, dunklen, spindeligen Kerne zu erkennen sind (Fig. 8). Sind die Alveolen kleiner, so sind die Stromasepta dicker und kernreicher (Fig. 10) und am dicksten sind sie an Stellen, wo die Alveolen die geringste Größe aufweisen (Fig. 12), was zumeist nahe der freien Oberfläche der Fall ist, während der tiefstversenkte Teil zarte, kernarme Septa aufweist. Einen Zug etwas derberen, stärker eosinroten, fibrillären Gewebes findet man nur ganz ausnahmsweise.

Die für das Stroma so charakteristischen dunklen, spindeligen Kerne (Fig. 8 bis 12) gehören nicht alle dem Bindegewebe selbst an, sondern vielfach auch den in den Septen verlaufenden Kapillaren. Diese sind aber zumeist kollabiert, so daß es nicht gut möglich ist, Bindegewebskerne von Kapillarendothelien zu unterscheiden, wo aber die Kapillaren klaffen, was fleckweise nicht selten ist (Fig. 8, 10, 12 *C*), gelingt diese Unterscheidung leicht. Besonders schön injiziert waren aber die Kapillaren im Fall 7, wovon Fig. 11 C_1 eine gute Vorstellung gibt. Nur in sehr geringer Zahl begegnet man größeren, meist gut gefüllten Gefäßen, die außer dem Endothellager meist noch eine Hülle eosinroten, fibrillären Gewebes aufweisen.

Die die Alveolen ausfüllenden Epithelzellen sind von einerlei Art. Ihr Kern ist in der Regel oval, im Vergleich mit den Stromakernen viel heller gefärbt, wenn auch einmal dunkler (Fig. 8) als das andere Mal (Fig. 10), ferner verhältnismäßig groß, aber auch da variierend. So sind die Kerne in Fig. 10 groß, in Fig. 8 klein, in Fig. 11 noch kleiner. Die Chromatinzeichnung ist bald sehr deutlich (Fig. 8), bald viel dürftiger (Fig. 10) oder selbst fehlend, und die Kernkörperchen sind dann das einzige Strukturdetail des Kerns. Manchmal fällt die Neigung der Kerne auf, an der Alveolarperipherie eine basalständige Pallisade zu bilden (siehe den mit A_2 bezeichneten Alveolus der Fig. 8). Mitosen konnten trotz darauf gerichteter Aufmerksamkeit und trotzdem das Material lebenswarm fixiert war, nur im Fall 7 nachgewiesen werden, und zwar in Form zweier Muttersterne. Es mag sein, daß bei dünneren Schnitten Mitosen häufiger gefunden worden wären.

Das Protoplasma ist in der Regel hell, aber bald fast wasserhell (Fig. 10), bald etwas mehr mit Eosin gefärbt und nur ausnahmsweise so gut eosinrot, wie im Falle 7 (Fig. 11). Die Protoplasmamenge ist relativ gering, so daß die Kerne recht dicht zusammenliegen. Eine scharfe Zellgrenze, wie sie für das menschliche Ek. so typisch ist, ist in der Regel nicht zu sehen gewesen. Nur hie und da sieht man davon eine Andeutung (A_2, Fig. 8, 10). Bei dünneren Schnitten mag auch die Zellgrenze etwas besser zu sehen sein als in unseren 20 μ-Serien.

Mitten zwischen den Epithelzellen findet man in manchen Alveolen auch Stromakerne (*K, K*, Fig. 8), welche wohl kollabierten Kapillaren angehören dürften. So sieht man in dem in Fig. 11 dargestellten Alveolus des durch besonders gute Gefäßfüllung ausgezeichneten Falles 7 mitten zwischen den Zellen 3 Kapillaren (C_2). Es erscheint nur natürlich, daß in eine Alveole, die aus mehr als zwei Epithelzellreihen besteht, Kapillaren hineinwachsen, es so allen Epithelzellen ermöglichend, in direkten Kontakt mit dem Gefäßsystem zu treten. Bei einer Blutdrüse mag dies besonders erklärlich sein.

* * *

In früheren Arbeiten wurde genauer ausgeführt, daß bei der Ratte akzessorische Ek. vorkommen. Dies war der Grund, warum es bei den vorliegenden Untersuchungen nötig war, die ganzen Halsorgane in Serien zu zerlegen. Mit Ausnahme des Falles 8, wo akzessorische Ek. fehlten, konnten solche in allen normalen Fällen nachgewiesen werden, sie lagen rechts und links in gleicher Häufigkeit. In den Fällen 4, 5, 7 war nur je eines, im Falle 3 waren 2, in den Fällen 1, 2 waren 3, endlich im Fall 6 4 akzessorische

Ek. nachweisbar. Ihre nahe topographische Beziehung zur Thymusspitze konnte, wie schon seinerzeit, abermals erwiesen werden. Nur im Falle 6 lag eines der akzessorischen Ek. in das Schilddrüsengewebe eingelassen, ganz in der gleichen Art, wie das bei den Haupt-Ek. der Fall ist. Der von Toyofuku beschriebene branchiogene Knorpel konnte im Falle 5, einer branchiogenen Cyste anliegend, nachgewiesen werden.

Wie schon die Fig. 21 *a* bis *h* zeigen, sind die akzessorischen Ek. beträchtlich kleiner als die Haupt-Ek., und darum wäre es vergeblich, nach ihnen makroskopisch zu suchen. Ihre Form ist nach den Wachsmodellen meist oval, häufiger plump als lang, selten ganz lang, öfter abgeflacht. Liegen sie in der Thymus, zwischen ihren Läppchen, so sind sie zuweilen mehr oder weniger regelmäßige Tetraeder. Wo sie einer Cyste anliegen, erscheinen sie schüsselförmig, auch kann ihre Form völlig unregelmäßig zackig sein.

Nicht nur aus den Fig. 21 *a* bis *h*, sondern auch aus dem Diagramm XXVII, Tafel XI geht es hervor, daß die akzessorischen Ek. beträchtlich kleiner sind als die Haupt-Ek. Ein Beispiel: Von den 133 dmm^3 gesamter Ek.-Substanz, die auf 100 g Körpergewicht des Tieres 7 kommen, entfallen 132·65 dmm^3 auf die Haupt-Ek. und nur 0·35 dmm^3 auf die akzessorischen.

So wie die relative Größe des gesamten Ek.-Apparates und der Haupt-Ek. selbst, so sind auch die akzessorischen Ek. des Falles 1 bei weitem größer als bei irgend einem anderen normalen Tier (Fig. 21), und die Größenzahl 6·03 dieses Falles fällt ebenfalls ganz aus der Reihe der übrigen (Diagramm XXVII).

Es schwankt die relative Größe der akzessorischen Ek. in viel weiteren Grenzen (Diagramm XXVII) als wie die der Haupt-Ek., nämlich von 0·35 (Fall 7) bis 6·03 (Fall 1). Noch größer ist die Schwankung, wenn wir die absolute Größe beider Haupt-Ek. mit der der gesamten akzessorischen vergleichen. Es ist nämlich im Falle 4 die Gesamtgröße der Haupt-Ek. bloß 18 mal, im Falle 7 aber 382 mal größer als wie die der akzessorischen. Zwischen diesen Extremen liegen die übrigen Zahlen, 43 (Fall 1), 53 (Fall 6), 86 (Fall 3), 97 (Fall 2), 296 (Fall 5). Wir ersehen daraus, daß die akzessorischen Ek. des Falles 1, absolut genommen und mit den akzessorischen der anderen Fälle verglichen, sehr groß sind, aber im Verhältnis zu ihren Haupt-Ek. sogar noch kleiner sind als zum Beispiel die akzessorischen Ek. des Falles 4 im Verhältnis zu ihren Haupt-Ek.

In diesen bedeutenden Größenschwankungen der akzessorischen Ek. drückt sich das Zufällige ihres Zustandekommens aus. Sie sind eben abgeschnürte Stücke der Haupt-Ek. und es ist Zufallssache, ob sich bei der fötalen Entwicklung einmal mehr, einmal weniger Ek.-Gewebe vom Hauptorgane abtrennt.

* * *

Der histologische Bau der akzessorischen Ek. ist im allgemeinen natürlich dem der Haupt-Ek. gleich, wenn auch in Einzelheiten gewisse Unterschiede bestehen. Es sind die Alveolen (Textfig. 9 und Diagramm XXIX, Tafel XI) auffallend kleiner als im Haupt-Ek., so daß sie nur einige wenige Zellen enthalten (Fig. 9 A_3), oder gar nur eine oder zwei (A_1, A_2). Es besteht diesbezüglich eine gewisse Ähnlichkeit zwischen den akzessorischen Ek. und den gegen die freie Oberfläche gelegenen Teilen mancher Haupt-Ek. (vgl. Fig. 9 und 12).

So wie im Haupt-Ek., so schwankt auch im akzessorischen Ek. die durchschnittliche Größe der Alveolen in den verschiedenen Fällen nur in sehr engen Grenzen (Diagramm XXIX). Die Alveolen sind ausnahmslos kleiner als in den Haupt-Ek., denn die größten im akzessorischen sind noch immer kleiner als die kleinsten in den Haupt-Ek.

Das Stroma (Fig. 9 *S*) ist in der Regel, wenn auch nicht ausnahmslos, reichlicher und kernreicher als im Haupt-Ek., enthält gar keine großen Gefäße und die Kapillaren sind schlechter gefüllt. Die Epithelzellen (Fig. 9) sind von gleicher Beschaffenheit wie im Haupt-Ek., meist aber kleiner, protoplasmaärmer und der Kern mit weniger Chromatinstruktur ausgestattet. Der relativ größere Gehalt an Stroma und die relativ geringere Menge von Parenchym läßt das Gewebe des akzessorischen Ek. im Vergleich mit dem des Haupt-Ek. als minderwertig erscheinen, wenn auch beide in bezug auf die Gewebsart identisch sind.

2. Epithelkörperchen bei rachitischen Tieren.

A. Kasuistik.

Fall 9. Makroskopisch schienen die Ek. bei der Obduktion nicht vergrößert, aber sie leuchteten weiß aus der Schilddrüse heraus, die hier, wie immer beim jungen Tier, nicht rot, sondern rosa war. Beim Durchmustern der Serie fanden sich außer den beiden Haupt-Ek. auch noch 6 akzessorische, von denen 4 links, 2 rechts in und an der Thymus lagen. Die Haupt-Ek. erstreckten sich über 38, beziehungsweise 28 Schnitte, die akzessorischen über 8, 7, 6, 5, 5 und 4 Schnitte.

Die Ek.-Form an den Wachsmodellen war die folgende: Das rechte Haupt-Ek. war längs-oval, die Pole abgerundet; die Form ist nicht flach, sondern es ist die Dicke im Gegenteil größer als die Breite. Die versenkte Fläche ist glatt, trägt einen dünnen, langen Fortsatz und ist stark konvex; die freie Fläche ist glatt, wenig konvex und nimmt die ganze Länge des Organes ein, aber nur $^3/_4$ der Breite, so daß eine Kante versenkt ist. Das linke Haupt-Ek. ist quer-oval (das heißt, die Breite ist größer als die Länge), recht flach, beide Flächen glatt, die versenkte recht konvex, die freie ist ganz platt und nimmt die ganze Länge und Breite des Organes ein. Von den akzessorischen Ek. waren 3 kurz-oval, platt, eines oval, von kreisrundem Querschnitt, eines plump-oval von dreieckigem Querschnitt und eines sehr lang, schmal, von rundem Querschnitt. Das Photogramm der Modelle siehe Taf. VII, Fig. 21 *i*.

Das Volumen der Wachsmodelle betrug:

rechtes Haupt-Ek.	105·90 *cm³*
linkes »	132·17 *cm³*
1. akzessorisches Ek.	7·73 *cm³*
2. » »	4·67 *cm³*
3. » »	2·78 *cm³*
4. » »	1·62 *cm³*
5. » »	1·43 *cm³*
6. » »	1·01 *cm³*
Zusammen . . .	257·31 *cm³*.

Das Gesamtvolumen der Haupt- samt akzessorischen Ek. selbst betrug demnach, auf 100 *g* Körpergewich berechnet, 306·32 *dmm³*, wovon auf die akzessorischen 22·86 *dmm³* entfallen.

Histologischer Befund.

Haupt-Ek. Beide Haupt-Ek. liegen regulär in der Schilddrüse, prominieren nicht über ihre Oberfläche, im Gegenteil, es liegen die Ek. mit ihrer freien Oberfläche sogar noch etwas unter dem Schilddrüsenniveau. Die Schilddrüsenfollikel zeigen keine Spur von Kompressionserscheinungen. Beide Haupt-Ek. sind in allen Teilen gleichmäßig gebaut, die Alveolen zum Teil von normaler Größe, zum Teil anscheinend etwas größer als normal. Das Stroma im allgemeinen reichlich entwickelt, in den großen Septen rote Bindegewebsfibrillen und große, wenig gefüllte Gefäße; in den schmalen Septen viele Bindegewebszellen und ganz leere Kapillaren. In den Alveolen die Zellen mäßig vermehrt, etwas vergrößert, der Kern groß, oval, hell, mit wenig Chromatinstruktur, das Protoplasma recht reichlich und dunkler als normal. Mitosen keine nachweisbar. Die in die Epithelmasse vielfach eingewachsenen Kapillaren zerteilen sie nicht. Die Alveolarbreite betrug nach 29 Messungen 32·9 μ im Durchschnitt, 55 μ maximal und 15 μ minimal.

In den akzessorischen Ek. wechselt das Bild schon mehr. In manchen sind die Alveolen nicht vergrößertt die Zellen nicht vermehrt, nicht vergrößert, der Kern oval, hell, ohne Struktur, das Protoplasma ganz hell, die Stromazüge breit, mit vielen Bindegewebszellen. In anderen sind die Alveolen deutlich, aber nur mäßig vergrößert, die Zellen etwas vermehrt, etwas vergrößert, aber sonst von derselben Beschaffenheit wie oben, das Stroma spärlicher, die Septa schmäler, mit weniger Bindegewebszellen. Die Alveolarbreite wurde an 2 akzessorischen Ek. gemessen.

1. 14 Messungen, 21·3 μ Durchschnitt, 30 μ Maximum, 12·5 μ Minimum.
2. 25 » 23·2 μ » 50 μ » 10·0 μ »

* * *

Fall 10. Bei der Obduktion wurden die Ek. als nur wenig vergrößert bezeichnet. In der Schnittserie fanden sich außer den beiden Haupt-Ek. auch noch 4 akzessorische, von denen 3 in der linken, 1 in der rechten Thymus lag. Die Haupt-Ek. konnten durch 52, beziehungsweise 42 Schnitte verfolgt werden, die akzessorischen durch 9, 8, 5, 4 Schnitte.

Die Form der Wachsmodelle war die folgende: Das rechte Haupt-Ek. längs-oval, flach, die Pole abgerundet, die Oberfläche überall grobwellig; die versenkte Fläche ist stark, die freie kaum etwas konvex und nimmt die ganze Länge und Breite des Ek. ein. Das linke Haupt-Ek. ist längs-oval, mit abgerundeten Polen, aber nicht flach, sondern mehr dick als breit, die Oberfläche überall leicht-wellig. Die versenkte Fläche ist stark konvex, die freie kaum etwas konvex und nimmt die ganze Breite und $^4/_5$ der Länge des Ek. ein, so daß ein Pol versenkt ist. — Von den 4 akzessorischen Ek. waren 2 längs-oval und flach, eines kurz-oval und flach, eines eine abgeflachte Kugel. Das Photogramm der Wachsmodelle siehe Taf. VII, Fig. 21 *p*.

Das Volumen der Wachsmodelle betrug:

rechtes Haupt-Ek.	625·54 cm^3
linkes »	652·96 cm^3
1. akzessorisches Ek.	3·23 cm^3
2. » »	2·54 cm^3
3. » »	1·04 cm^3
4. » »	0·58 cm^3
Zusammen . . .	1285·89 cm^3.

Es ergibt sich daraus als Volumen der Haupt- samt akzessorischen Ek. selbst, auf 100 *g* Körpergewicht des Tieres bezogen und in Kubikdezimillimetern ausgedrückt, die Zahl 840·45 dmm^3, wovon auf die akzessorischen allein bloß 4·83 dmm^3 entfallen.

Histologischer Befund.

Haupt-Ek. Beide regulär in der Schilddrüse gelegen, deutlich, aber nicht viel über die Schilddrüsenoberfläche hinausragend. Der tiefsten Ek.-Stelle entsprechend zeigt die Schilddrüse Kompressionserscheinungen in Form ovaler Gestalt der Follikel in einigen Schichten. Die zarte Ek.-Kapsel führt nur im versenkten Teil große Arterien und Venen.

Das Parenchym zeigt eine sehr ausgesprochene, wenn auch keine maximale Hypertrophie und Hyperplasie. Die Alveolen sind im allgemeinen vergrößert, wenn auch in den superfiziellen Anteilen des Ek. weniger als in den versenkten. Die Stromasepta sind in den superfiziellen Partien breiter und kernreicher als in den tiefen, nirgends fibrilläres Gewebe enthaltend. Die die größeren Alveolen ausfüllenden Epithelzellen sind vermehrt, vergrößert, ihr Kern oval, groß, hell, mit Chromatinstruktur, das Protoplasma schön eosinrot, aber nicht dunkel. In den superfiziellen, kleinen Alveolen ist das Protoplasma stets viel heller, vereinzelt auch reichlicher, mit scharfer Zellgrenze. Mitosen fanden sich nicht in jedem Schnitt, aber oft mehrere in einem und in allen Stadien. Die Epithelmasse ist in geringer Zahl von Stromakernen durchzogen. Untersucht man den Schnitt bei starkem künstlichem Lichte und stellt so hoch ein, daß der Schnitt unscharf zu erscheinen beginnt, dann nimmt man eine ungeahnte Menge von Kapillaren wahr, deren Inhalt, die roten Blutkörperchen, bei dieser Betrachtungsweise hell erglänzen und die Anwesenheit der Kapillaren verraten. Es zeigt der Fall, daß trotz einer sehr geringen Zahl von Stromakernen die Epithelmasse von sehr zahlreichen Kapillaren durchzogen sein kann, und wenn in alten Rachitisfällen die Zahl der Stromakerne in der Epithelmasse, wie die Erfahrung lehrt, sehr groß wird, so bedeutet das eigentlich bloß ein Erstarken des Stromanetzes. Die Breite der Alveolen betrug nach 33 Messungen 93·9 μ im Durchschnitt, 208 μ im Maximum, 48 μ im Minimum.

Die akzessorischen Ek. waren alle gleich gebaut. Die Alveolen für ein akzessorisches Ek. vergrößert, etwa so groß wie in einem normalen Haupt-Ek., die Septa sind für ein akzessorisches Ek. auffallend fein und führen sehr wenig Kerne. Die Epithelzellen entsprechend vermehrt, weniger vergrößert als im Haupt-Ek. des Falles, ihr Kern hell-oval, mit deutlicher Chromatinstruktur, das Protoplasma hell, mäßig entwickelt. Die Alveolarbreite: 13 Messungen, 22·7 μ Durchschnitt, 37·5 μ Maximum, 10 μ Minimum.

* * *

Fall 11. Bei der Obduktion erschienen die Ek. als übermittelgroß und leuchteten weiß aus der roten Schilddrüse hervor. Mikroskopisch fanden sich außer ihnen auch noch 5 akzessorische, die an oder in der Thymus lagen. 2 rechts, 3 links. Die Haupt-Ek. konnten durch 74, beziehungsweise 57 Schnitte verfolgt werden, die akzessorischen durch 22, 17, 14, 8 und 3 Schnitte.

An den Wachsmodellen war die Form der Ek. die folgende: Das rechte Haupt-Ek. gedrungen oval, nicht flach, im Gegenteil, mehr dick als breit. Beide Flächen grob-höckerig, mit einer Einschnürung und einem größeren Auswuchs und beide gleich stark gewölbt. Die freie Fläche nimmt nur $^3/_4$ der Länge und die halbe Breite ein, ist also sehr klein.

Das linke Haupt-Ek. ebenso lang wie breit, die versenkte Fläche glatt, stark konvex, die freie Fläche ist grob-höckerig, ganz flach-konvex und nimmt die ganze Breite und $^4/_5$ der Länge ein, so daß beide Pole leicht versenkt sind.

Von den akzessorischen Ek. war eines ganz lang, oval, flach, zwei längs-oval, flach, eines kurz-oval, flach, eines ein Tetraender mit multiplen Höckern. Das Photogramm der Modelle siehe Taf. VII, Fig 21 *r*.

Das Volumen der Wachsmodelle betrug:

rechtes Haupt-Ek.	930·84 cm^3
linkes »	1067·29 cm^3
1. akzessorisches Ek.	34·42 cm^3
2. » »	31·74 cm^3
3. » »	9·21 cm^3
4. » »	7·79 cm^3
5. » »	0·74 cm^3
Zusammen . . .	2082·03 cm^3.

Demnach beträgt das Volumen der Haupt- samt akzessorischen Ek. selbst, auf 100 *g* Körpergewicht des Tieres berechnet, in Kubikdezimillimetern ausgedrückt: 1301·27 dmm^3, wovon auf die akzessorischen 52·44 dmm^3 entfallen.

Histologischer Befund.

Haupt-Ek. Beide Haupt-Ek., namentlich aber das größere linke, prominieren etwas aus der Schilddrüse und heben deutlich den darüber ziehenden langen Halsmuskel empor. An solchen Bildern wird es klar, daß der Muskel in vivo bei seiner Kontraktion sich strecken und dabei das sich vorwölbende Ek. wieder in die Schilddrüse hineinpressen mußte. So wird es verständlich, warum manchmal, so auch hier, nur jene Schilddrüsenfollikel zu ovalen Formen komprimiert und konzentrisch um das Ek. gelegt sind, welche dem Ek. an seiner tiefsten Partie der versenkten Fläche anliegen, welche also dem indirekten Muskeldrucke vor allem ausgesetzt sind, während die dem Ek. seitlich anliegenden Schilddrüsenfollikel keine Kompressionserscheinungen darbieten. Erst wenn die Ek.-Vergrößerung eine maximale wird, erreicht die Raumbeschränkung jenen Grad, bei dem der intrathyreoideal gelegene Ek.-Anteil auch die seitlich gelegenen Schilddrüsenfollikel komprimiert.

Hier ist auch die Gelegenheit, die Ursache dafür zu ventilieren, warum das Ek.-Gewebe nahe der freien Oberfläche die rachitische Hyperplasie und Hypertrophie entweder, wie im vorliegenden Falle gar nicht oder erst ganz zuletzt durchmacht. Zum Teil dürfte der Grund wohl darin liegen, daß die Vascularisation des Ek., wenn auch nicht ausschließlich, so doch vorwiegend von seiner versenkten Fläche her erfolgt, also an der freien vielleicht am wenigsten gut ernährt ist. Diese mangelhafte Ernährung dürfte aber an der freien Fläche auch noch darin ihren Grund haben, daß gerade hier das Ek.-Gewebe ständig dem direkten Muskeldrucke ausgesetzt ist, und zwar um so mehr, je mehr es sich zufolge der Vergrößerung des versenkten Anteiles emporzuwölben trachtet.

Die Ek.-Kapsel ist so zart wie ein Septum zwischen 2 Schilddrüsenfollikeln. Der großalveoläre Ek.-Anteil überwiegt an Menge bei weitem. Seine Stromasepten sind dick und führen große, zum Teil recht gut gefüllte Gefäße. Die stark vergrößerten Alveolen sind mit vermehrten und vergrößerten Epithelzellen erfüllt, deren Kerne oval, größer, heller, deren Protoplasma reichlicher, heller ist und keine Zellgrenzen aufweist. Mitosen im Stadium des Muttersterns finden sich nur gelegentlich. Die Epithelmasse innerhalb der Alveolen ist von spärlichen, meist kollabierten und darin bloß als allerfeinstes Stromasepta mit spärlichen Kernen imponierenden Blutkapillaren durchzogen, die aber keine Zerteilung der Epithelmasse in kleinere Alveolen erzeugen. Nur gegen die kleinalveoläre, an der freien Oberfläche als dünne Schicht liegende Partie hin ist diese Zerteilung andeutungsweise zu sehen. Im kleinalveolären Teil ist das Stroma relativ reichlich, enthält viele kleine Stromakerne, die Epithelzellen sind gegen die Norm nicht vermehrt, nicht vergrößert, vom Aussehen wie in einem normalen Haupt-Ek. Die Alveolarbreite wurde 1. im groß- und 2. im kleinalveolären Teil gemessen.

1. 21 Messungen,	115·9 μ Durchschnitt,	160 μ Maximum,	64·0 μ Minimum
2. 24 »	23·3 μ »	35 μ »	12·5 μ »

Die akzessorischen Ek. (Textfig. 13) sind alle gleich gebaut und bieten aufs deutlichste die typische Rachitisveränderung dar. Die Alveolen sind durchschnittlich stark vergrößert, zum Teil größer als im normalen Haupt-Ek (A_1).

Die Zellen in Kern und Protoplasma groß, das Stroma für ein akzessorisches Ek. auffallend spärlich und die Kapillaren auffallend gut gefüllt. Nur gelegentlich findet man im Zentrum etliche unveränderte, das heißt kleingebliebene Alveolen und dann wieder Herde von mehr exzessiver Zellhypertrophie (A_2), wobei die Zellen nicht nur größer sind als alle übrigen ohnehin schon hypertrophischen Zellen des Organes, sondern vor allem auch viel heller und protoplasmareicher. Maße der Alveolarbreite: 17 Messungen, 35·6 μ Durchschnitt, 50 μ Maximum, 20 μ Minimum.

Fig. 13.

Fall 11. Partie aus einem hyperplastischen und hypertrophischen akzessorischen Epithelkörperchen bei 350facher Vergrößerung.

Die rechts gelegene Partie gibt uns das Bild, wie es im vorliegenden Falle in den akzessorischen Epithelkörperchen fast ausschließlich vertreten ist. Die Alveolen (A_1) so stark vergrößert, daß sie größer sind als in einem normalen Hauptepithelkörperchen, die Epithelzellen im Alveolus stark vermehrt, vergrößert, heller, die Stromasepta (S) relativ sehr gering entwickelt. Links eine Partie exzessiver Zellhypertrophie (A_2) mit besonders großen, hellen Zellen. C = Kapillaren. S = Stroma.

* * *

Fall 12. Bei der Obduktion wurden die Ek. als übermittelgroß bezeichnet. Außer den beiden Haupt-Ek. konnten mikroskopisch auch noch 2 akzessorische nachgewiesen werden. Die Haupt-Ek. konnten durch 90, beziehungsweise 77 Schnitte verfolgt werden, die akzessorischen durch 22 und 13 Schnitte. Von diesen lag eines in der rechten, eines in der linken Thymusspitze.

Die Form der Haupt-Ek. war, nach den Wachsmodellen beurteilt, die folgende: Das rechte Haupt-Ek. war ebenso lang als breit und etwas flach-linsenförmig. Die versenkte Fläche ist grob-wellig, mäßig konvex, die freiliegende Fläche ist glatt, gleich stark gewölbt und nimmt die ganze Breite ein, aber nicht die ganze Länge, so daß ein Pol versenkt ist. Dafür greift sie am anderen Pol um $^1/_5$ auf die versenkte Fläche über, so daß dieser Pol bloßliegt. Das linke Haupt-Ek. ist gedrungen oval mit abgerundeten Polen. Die versenkte Fläche grob-wellig, stark konvex, die freie ist glatt, flach-konvex und nimmt die ganze Breite und Länge des Ek. ein, greift sogar an einem Pol etwas auf die versenkte Fläche über. Von den akzessorischen Ek. ist eines kurz-oval, etwas abgeflacht, das andere lang-oval, wenig abgeflacht und mit einer tiefen Einschnürung versehen. Das Photogramm der Modelle siehe Taf. VII, Fig. 21 *v*.

Das Volumen der Wachsmodelle betrug:

rechtes Haupt-Ek.	1930·18 cm^3
linkes »	1721·14 cm^3
1. akzessorisches Ek.	51·41 cm^3
2. » »	17·44 cm^3
Zusammen . . .	3720·17 cm^3.

Es ergibt sich aus den Zahlen, daß das Gesamtvolumen der Haupt- und akzessorischen Ek. zusammen, auf 100 *g* Körpergewicht des Tieres berechnet, 1524·66 dmm^3 beträgt, wovon 28·22 dmm^3 auf die akzessorischen entfallen.

Histologischer Befund.

Haupt-Ek. Beide ragen mit einem breiten Anteil aus der Schilddrüse hervor, das rechte mehr als das linke. Das Schilddrüsenparenchym wird von den Ek. verdrängt, die Follikel zu konzentrischen Lagen um diese geordnet. Die Ek.-Kapsel so dünn, daß das Ek.-Parenchym vom benachbarten Schilddrüsenfollikel nicht weiter entfernt ist als 2 Schilddrüsenfollikel voneinander und die Grenze zwischen beiden Organen ist sehr scharf.

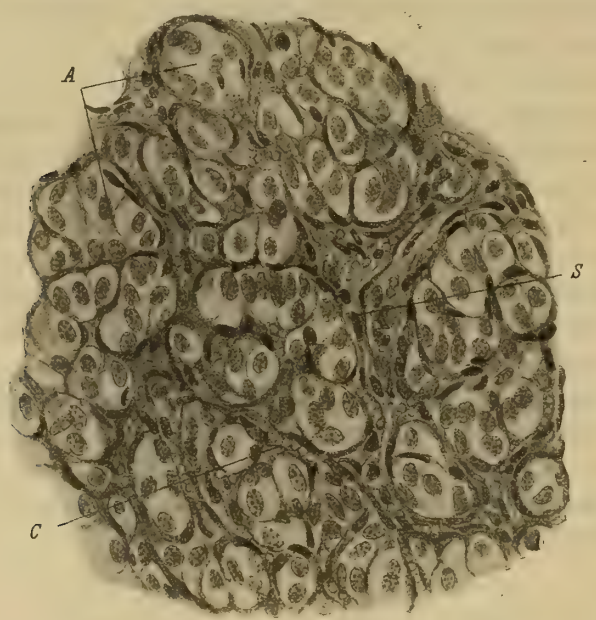
Dem innern Aufbaue nach muß man an den Ek. 2 etwa gleich große, allmählich ineinander übergehende Teile unterscheiden, einen großalveolären in der Tiefe und einen kleinalveolären gegen die freie Oberfläche zu. Im ersteren die Stromasepta dick, nicht sehr reich an Bindegewebsfibrillen, mit großen, schlecht gefüllten Gefäßen. Die Alveolen sehr stark verbreitert, mit vermehrten, vergrößerten Epithelzellen erfüllt, die einen ovalen, vergrößerten hellen Kern mit einer deutlichen Chromatinstruktur und ein reichlicheres, helleres Protoplasma ohne Zellgrenzen besitzen. Es finden sich Mitosen, meist als Mutterstern, und zwar oft einige in einem Schnitt. Die die großen Epithelmassen durchziehenden, äußerst feinen Stromaseptchen, die nachweislich kollabierte Blutkapillaren sind, finden sich in auffallend geringer Zahl, sind nicht zu Netzen vereinigt und es ist darum nicht im Entfernten die Rede davon, daß sie die riesige Epithelmasse des großen Alveolus in kleine Alveolen zerteilen würden.

Wenn wir uns aber der freien Ek.-Oberfläche nähern, so werden diese Septchen zahlreicher, etwas dicker, beginnen den großen Alveolus in viele kleine zu zerlegen und damit ist der Übergang zum kleinalveolären Teil gegeben. In diesem sind die Alveolen nicht größer als im normalen Haupt-Ek., die Zahl der Zellen im Alveolus gering, die Zellen nicht vergrößert, mit spärlichem Protoplasma und kleinem, dunkeln Kern, die Stromasepta relativ stark entwickelt, reich an den typischen, dunklen, spindeligen Stromakernen, die Kapillarfüllung gering. Die Alveolarbreite wurde 1. im groß-, 2. im kleinalveolären Teil für sich gemessen:

1.	21	Messungen,	135·5 μ	Durchschnitt,	288 μ	Maximum,	80·0 μ Minimum
2.	33	»	22 μ	»	37·5 μ	»	12·5 μ »

Auch die akzessorischen Ek. (Textfig. 14) zeigen in ganz eindeutiger Weise die rachitische Hypertrophie und Hyperplasie. Die Alveolen sind im Vergleich mit einem normalen akzessorischen Ek. fast durchwegs vergrößert (*A*), selbst so groß wie in einem normalen Haupt-Ek. Die Zellen (*A*) vermehrt, vergrößert, ihr Kern und Protoplasma größer

Fig. 14.



Fall 12. Akzessorisches Epithelkörperchen, in allen Teilen gleichmäßig hypertrophisch und hyperplastisch. Die Alveolen (*A*) vergrößert, viel größer als im normalen akzessorischen, so groß wie im normalen Hauptepithelkörperchen. Die Zellen vergrößert, heller, vermehrt. Das Stroma (*S*) aber noch kräftig entwickelt, reich an Bindegewebskernen. *C* = mäßig gut gefüllte Kapillaren. 350fache Vergrößerung.

und heller. Die Septa (*S*) kräftig entwickelt, reich an Stromakernen. Die Kapillaren (*C*) nur stellenweise gefüllt. Das Verhalten ist in allen Teilen beider akzessorischen Ek. gleich. Breite der Alveolen: 14 Messungen, 19·5 μ Durchschnitt, 25 μ Maximum, 12·5 μ Minimum.

* * *

Fall 13. Bei der Obduktion erschienen die Ek. nur mittelgroß, aber sie leuchteten weiß aus der roten Schilddrüse heraus. Außer beiden Haupt-Ek. fanden sich mikroskopisch auch noch 3 akzessorische, die alle an und in der linken Thymus lagen. Die Haupt-Ek. konnten durch 43, beziehungsweise 36 Schnitte verfolgt werden, die akzessorischen durch 7, 7 und 5 Schnitte.

Die Form der Ek. war an den Wachsmodellen die folgende: Das rechte Haupt-Ek. war gedrungen-oval, etwas flach, die Pole abgerundet. Die versenkte Oberfläche höckerig, stark konvex, die freie war glatt, mit kleinen Vorsprüngen, ganz flach konvex und nahm die ganze Breite, aber nur $^3/_4$ der Länge ein, so daß ein Pol versenkt war. Das linke Haupt-Ek. war längs-oval, mit abgerundeten Polen, so dick als breit. Die versenkte Fläche war leicht wellig, stark konvex, die freie glatt, wenig konvex und nahm die ganze Breite und nur $^3/_4$ der Länge des Ek. ein, so daß beide Pole versenkt waren. Von den akzessorischen Ek. waren 2 längs-oval, und zwar mit kreisrundem, beziehungsweise abgeflachtem Querschnitt, eines flach, dreieckig. Das Photogramm der Modelle siehe Taf. VII, Fig. 21 *m*.

Das Volumen der Wachsmodelle betrug:

rechtes Haupt-Ek.	298·03 cm^3
linkes »	246·07 cm^3
1. akzessorisches Ek.	3·85 cm^3
2. » »	2·16 cm^3
3. » »	0·47 cm^3
Zusammen . . .	550·58 cm^3.

Aus diesen Zahlen läßt sich das wahre Volumen der Haupt- samt akzessorischen Ek. berechnen. Es beträgt, auf 100 *g* Körpergewicht des Tieres bezogen und in Kubikdezimillimetern ausgedrückt, 385·02 dmm^3, wovon auf die akzessorischen 4·53 dmm^3 entfallen.

Histologischer Befund.

Haupt-Ek. (Taf. VIII, Fig. 3). Beide Ek. (*ek*) liegen regulär in der Schilddrüse (*b*) und weder zeigt letztere Kompressionserscheinungen, noch wölben sich die Ek. an der Oberfläche vor (Fig. 3). In der sehr zarten Kapsel des versenkten Teiles liegen viele große Gefäße, die von da aus ins Ek. eintreten. Der inneren Struktur nach lassen sich im Ek. zwei Teile unterscheiden, von denen der freiliegende, kleinalveoläre etwa $^1/_3$ (Fig. 3 *kl*), der versenkte großalveoläre (Fig. 3 *gr*) $^2/_3$ des Organes ausmacht. Im letzteren Teile sind die Alveolen vergrößert, doch ist dies nur in mäßigem Grade der Fall. Die Septa sind zarter, zellärmer, gefäßreicher als normal, aber rote Bindegewebsfibrillen liegen nicht in nennenswerter Menge vor. Die Epithelzellen in den Alveolen sind vermehrt, vergrößert, haben einen großen, ovalen, hellen Kern mit wenig sichtbarer Chromatinstruktur, ein reichliches, gut eosinrotes Protoplasma, das dem ganzen großalveolären Teil ein dunkles Kolorit verleiht (Fig. 3 *gr*). Mitosen sind nachweisbar, aber spärlich, lange nicht in jedem Schnitt, und zwar als Mutter-, seltener als Tochtersterne. Die die Epithelmasse durchziehenden Kapillaren sind zum Teil gefüllt und bald spärlich, bald aber so zahlreich, daß sie ein Netz bilden und den großen Alveolus in kleinere zerteilen. Wie in vielen anderen Fällen sieht man hier besonders schön, daß die Blutgefäße der Schilddrüse eine sehr gute, die des Ek. im allgemeinen eine sehr schlechte Füllung zeigen. Im kleinalveolären Teile (Fig. 3 *kl*) sind die Alveolen durchschnittlich sogar etwas kleiner als durchschnittlich in einem normalen Haupt-Ek. Die Septa sind dick, reich an Stromakernen, die Epithelzellen im Alveolus nicht vermehrt, nicht vergrößert, der Kern zeigt keine deutliche Chromatinstruktur; das mäßig reichliche Protoplasma ist so licht wie im normalen Ek. und verleiht der kleinalveolären Partie in toto einen lichten Farbenton (Fig. 3 *kl*). Die Breite der Alveolen wurde 1. im groß- und 2. im kleinalveolären Teil für sich gemessen.

1. 19 Messungen,	71 μ	Durchschnitt,	96 μ	Maximum,	32 μ	Minimum
2. 37 »	21 μ	»	40 μ	»	10 μ	»

Die akzessorischen Ek. sind alle gleich gebaut. Die Alveolen fast so klein wie in einem normalen akzessorischen Ek., selten etwas größer. Die Zahl der Zellen in der Alveole ist in der Regel nicht vermehrt, oft darin nur eine einzige Zelle, selten viele. Die Zellen sind nicht vergrößert, haben einen ovalen, hellen, strukturlosen Kern und ein ganz helles

Protoplasma. Die Septa relativ reichlich und breit, reich an Stromazellen, die Kapillaren fast gar nicht gefüllt. Die Alveolarbreite ist nach 15 Messungen durchschnittlich 19·5 μ groß, 30 μ maximal, 10 μ minimal.

* * *

Fall 14. Das Ek. wurde bei der Obduktion rechts als mäßig, links als stärker vergrößert bezeichnet. Histologisch fanden sich außer den beiden Haupt-Ek. auch noch 7 akzessorische, von denen 4 in der rechten, 3 in der linken Thymus lagen. Die Haupt-Ek. konnten durch 59, beziehungsweise 43 Schnitte verfolgt werden, die akzessorischen durch 9, 8, 6, 6, 4, 4, 4 Schnitte.

Die Form der Wachsmodelle war die folgende: Das rechte Haupt-Ek. ist so breit als lang, flach, die versenkte Fläche glatt, stark konvex, die freie glatt, fast ganz flach und nimmt die ganze Breite, aber nur $^2/_3$ der Länge ein, so daß ein Pol versenkt ist. Das linke Haupt-Ek. ist längs-oval, flach, mit einem abgerundeten und einem leicht zugespitzten Pol. Die versenkte Fläche ist glatt, ganz flach, die freie glatte aber stark konvexe, mit einer seichten Einschnürung versehene, nimmt die ganze Länge und Breite ein und greift an beiden Kanten um je $^1/_4$ der Breite auf die versenkte Fläche über. Es liegt somit das Ek. zum größten Teil außerhalb der Schilddrüse. Bloß mit $^1/_4$ der Oberfläche steht es mit der Schilddrüse in Kontakt und zwar an einer ganz flachen Vertiefung der letzteren. Von den akzessorischen Ek. waren 5 längs-oval, eines platt-kugelig, eines ein unregelmäßiger Tetraeder. Das Photogramm der Modelle siehe Taf. VII, Fig. 21*q*.

Das Volumen der Modelle betrug:

rechtes Haupt-Ek.	600·29 cm^3
linkes »	828·15 cm^3
1. akzessorisches Ek.	4·28 cm^3
2. » »	3·05 cm^3
3. » »	2·24 cm^3
4. » »	2·01 cm^3
5. » »	1·41 cm^3
6. » »	1·37 cm^3
7. » »	0·80 cm^3
Zusammen . . .	1443·60 cm^3.

Es ergibt die Berechnung, daß das Volumen der Haupt- samt akzessorischen Ek., auf 100 *g* Körpergewicht des Tieres bezogen, 844·21 dmm^3 beträgt, wovon auf die akzessorischen 8·86 dmm^3 entfallen.

Histologischer Befund.

Haupt-Ek. Die Fig. 4 (Taf. VIII) zeigt die reguläre Lage des Ek. (*ek*) in der Schilddrüse, wie es vom Muskel (*M*) gedeckt ist, eigentlich gar nicht über die Schilddrüsenoberfläche prominiert und die Schilddrüsenfollikel entlang der tiefsten Partie zwar deutlich, aber doch nur in mäßigem Grade komprimiert. Die Kapsel ist äußerst zart und führt im versenkten Teil große Gefäße.

Die Ek. zeigen deutlich, wenn auch nicht maximal, die Erscheinungen rachitischer Hypertrophie und Hyperplasie. Die Alveolen sind mäßig stark vergrößert (Fig. 4*gr*), die Stromasepta zart, wiewohl große Gefäße führend. Die Alveolen sind mit vermehrten und vergrößerten Zellen angefüllt, die einen großen, ovalen, lichten Kern mit deutlicher Chromatinstruktur haben und ein sehr deutliches, aber nicht dunkeleosinrotes Protoplasma ohne scharfe Zellgrenzen. Mitosen sind zahlreich, aber nicht in jedem Schnitt enthalten, dafür in manchen mehrere, meist als Muttersterne. Die Epithelmasse in den Alveolen ist von einer sehr geringen Zahl von Stromakernen durchzogen, denen aber ein reichliches Kapillarnetz entspricht.

Nahe der freiliegenden Fläche des Ek. liegen in geringer Schicht kleinere Alveolen (Fig. 4 *kl*), deren Zellen ein helleres Protoplasma besitzen, während die Stromasepta durch einen größeren Reichtum an Bindegewebskernen besser hervortreten. Die Breite der Alveolen beträgt nach 35 Messungen 109·1 μ im Durchschnitt, 160 μ im Maximum, 48 μ im Minimum.

Von den akzessorischen Ek. (Textfig. 15) ist nur eines in seiner histologischen Struktur unverändert, das heißt die Alveolen sind sehr klein, enthalten einige wenige, häufig nur eine Epithelzelle, diese sind nicht vergrößert, haben einen strukturlosen Kern und ein ganz helles Protoplasma, während das Stroma in breiten Zügen vorliegt und reich ist an Bindegewebskernen. Alle anderen akzessorischen Ek. zeigen schon das volle Bild rachitischer Hypertrophie und

Hyperplasie. In Fig. 15 ist ein ganzes solches akzessorisches Ek. abgebildet, und obzwar es noch klein ist, ist seine Veränderung voll ausgebildet. Die Alveolen sind mit wenigen Ausnahmen (A_1) vergrößert (A_2) und enthalten vermehrte und vergrößerte Zellen, deren Kerne größer, heller sind und eine Chromatinstruktur aufweisen und deren Protoplasma reichlicher und besser gefärbt ist. Das Stroma (S) ist in den meisten akzessorischen Ek. viel dünner und ärmer an

Fig. 15.

Fall 14. Totalansicht eines kleinen akzessorischen Epithelkörperchens bei 350facher Vergrößerung. Die Alveolen sind nur zum geringen Teil noch klein (A_1), zum größten Teil aber stark vergrößert (A_2), die Epithelzellen darin stark vergrößert, die Kerne groß, oval, licht, mit Chromatinstruktur, das Protoplasma vermehrt und etwas dunkler als normal. C = Kapillaren. S = Stroma.

Stromakernen als im abgebildeten. Die meisten Kapillaren (C) leer. Die Alveolarbreite wurde 1. an den unveränderten, 2. an einem der hyperplastischen akzessorischen Ek. gemessen:

1. 20 Messungen, 15·0 μ Durchschnitt, 20 μ Maximum, 12·5 μ Minimum
2. 14 » 23·2 μ » 35 μ » 10·0 »

* * *

Fall 15. Bei der Obduktion leuchteten beide Ek. weiß aus der roten Schilddrüse hervor, das linke war gewaltig vergtößert, während das rechte bloß übermittelgroß zu sein schien. Mikroskopisch fanden sich außer den 2 Haupt-Ek. auch noch 8 akzessorische. Die Haupt-Ek. konnten in der Serie durch 75, beziehungsweise 74 Schnitte verfolgt werden, die akzessorischen, von denen 4 rechts, 4 links in und an der Thymus lagen, wurden durch 16, 14, 12, 11, 11, 10, 7 und 3 Schnitte verfolgt.

Die Form der Ek. war nach den Wachsmodellen die folgende: Das rechte Haupt-Ek. war gedrungen-oval, ein wenig flach, die Pole abgerundet, eine Kante etwas zugeschärft, die andere ganz abgestutzt. Die versenkte Fläche ist glatt, stark konvex, die freie ist glatt, sehr flach-konvex, nimmt die ganze Länge und Breite des Ek. ein und greift an der abgestutzten Kante etwas auf die versenkte Fläche über. An der Grenze beider Flächen liegt eine seichte Furche das Zeichen eines allerdings nicht starken Vorquellens des Ek. aus der Schilddrüse.

Das linke Haupt-Ek. längs-oval, flach, mit abgerundeten Polen. Die versenkte Fläche ist grob-höckerig, mit einem besonders großen und langen Auswuchs und mäßig konvex, die freie Fläche ist glatt, ganz flach-konvex, nimmt die ganze Länge und Breite des Organes ein, überschreitet die eine Kante wenig, die andere um die halbe Breite und ebenso

greift sie an einem Pol um die halbe Länge auf die andere Seite über. Es liegt also das Organ mit $^3/_4$ seiner Oberfläche ganz frei zu Tage und mit dem Rest der Oberfläche ist es nicht etwa in die Schilddrüse versenkt, sondern steht nur ganz oberflächlich, Fläche an Fläche, in contakt mit ihr.

Dieses Verhalten ist aus folgendem Grunde von Interesse: Bei der Obduktion wird das linke Ek. als gewaltig vergrößert, das rechte als nur übermittelgroß bezeichnet. Die Volumbestimmung aber ergab später nur eine geringe Größendifferenz zwischen beiden, und zwar überraschenderweise zugunsten des rechten Ek., das bei der Obduktion also für wesentlich kleiner gehalten worden war. Diese irrtümliche Angabe im Obduktionsbefund klärt sich aber durch die Untersuchung der Ek.-Form und der Lagebeziehung der Ek. zur Schilddrüse dahin auf, daß das für so bedeutend größer gehaltene linke Ek. bloß fast ganz außerhalb der Schilddrüse lag, während das andere zum größten Teil in die Schilddrüse versenkt war. Es folgt also daraus, daß der makroskopische Befund bezüglich der Ek.-Größe keineswegs ganz verläßlich ist.

Von den 8 akzessorischen Ek. waren 5 von gedrungen ovaler, flacher Gestalt, 2 waren lang-oval, platt, eines ganz lang-oval, von dreieckigem Querschnitt. Die Photogramme der Modelle siehe Taf. VII, Fig. 21 *t*.

Das Volumen der Modelle betrug:

rechtes Haupt-Ek.	1544·63 cm^3
linkes »	1416·44 cm^3
1. akzessorisches Ek.	7·92 cm^3
2. » »	6·03 cm^3
3. » »	4·98 cm^3
4. » »	4·82 cm^3
5. » »	4·58 cm^3
6. » »	4·10 cm^3
7. » »	3·13 cm^3
8. » »	0·29 cm^3
Zusammen . . .	2996·92 cm^3.

Rechnet man aus diesen Zahlen die Größe der Ek. selbst heraus, und zwar der Haupt- samt akzessorischen, auf 100 *g* Körpergewicht des Tieres bezogen, und in Kubikdezimillimetern ausgedrückt, so bekommt man die Zahl 1933·5 dmm^3, wovon auf die akzessorischen allein 23·13 dmm^3 entfallen.

Histologischer Befund (Taf. VIII, Fig. 5, Textfig. 16).

Haupt-Ek. Das linke Haupt-Ek. steht nur in losem Kontakt mit der Schilddrüse, da es der Hauptsache nach außerhalb derselben liegt und nur mit einem kleinen Teil der Oberfläche in eine seichte Vertiefung des unteren Schilddrüsenpoles gebettet ist. Diese Lage ist natürlich nicht erst durch die rachitische Hypertrophie erworben, sondern präexistierend, kongenital. Trotz dieses losen Zusammenhanges zeigt die Schilddrüse an der Berührungsstelle Kompressionserscheinungen mäßigen Grades, nämlich bis in eine gewisse Tiefe hinein eine ovale Form der nächstgelegenen Schilddrüsenfollikel und Unterbrechung des oberflächlichen Lagers der großen Schilddrüsenfollikel.

Das rechte Haupt-Ek. liegt regulär (Fig. 5), wird stellenweise durch den Muskeldruck im Schilddrüsenniveau gehalten, stellenweise wölbt es sich flach aus der Schilddrüse hervor (Fig. 5 bei *kl*). Umso stärker sind die Kompressionserscheinungen, die sogar bis zum scheinbaren oder wirklichen Verlust des Lumens der oval-komprimierten Follikel führt (Fig. 5 *b*). Dieser Einfluß macht sich sehr tief, in manchen Schnitten durch dieganze Schilddrüsendicke bis zu ihrer dem Larynx anliegenden Fläche geltend. Beachtenswert ist ferner noch der Umstand, daß die Kompressionserscheinungen in der Tiefe, bei *b*, viel höhergradig sind als zu beiden Seiten, bei *d*. Das ist darum leicht zu verstehen, weil die durch den Muskeldruck bedingte Verhinderung des Ek, aus der Schilddrüse herauszuwachsen, dazu führt, daß die gesamte Dickenzunahme des Ek. sich bei der Schilddrüsenkompression in der Tiefe (bei *b*) geltend machen muß, während die durch die Breiten- und Längenzunahme erzeugte Kompression bei *d* sich auf beide Seiten gleichmäßig verteilt.

Der Bau der Haupt-Ek. ist durchwegs großalveolär, wenn auch die Alveolen nahe der freien Oberfläche (*kl*) kleiner sind als alle übrigen (*gr*). Nirgends mehr haben die Alveolen normale Größe. Die Septa (Fig. 16 C_1) sind zwar nicht stromareich, führen aber große, meißt recht gut gefüllte Blutgefäße (*C* in Fig. 5, 16). Die Zahl der Zellen in

der Alveole ist stark vergrößert, die Zellen hypertrophisch, ihr Kern oval, hell, vergrößert, mit schöner, deutlicher Chromatinstruktur und deutlichem Nucleolus (Fig. 16); ihr Protoplasma reichlich, ohne Zellgrenzen (Fig. 16), hell aber deutlich eosinrot gefärbt. Mitosen (Fig. 16 *m*) finden sich recht oft, sogar mehrere in einem Schnitt, meist als Muttersterne, hie und da auch ein Tochterstern. Die die kompakte Epithelmasse durchziehenden Kapillaren (Fig. 16 C_2) sind in manchen Alveolen sehr zahlreich, vielfach klaffend (Fig. 16), zum Teil kollabiert (Fig. 16 *K*), aber nirgends Netze bildend oder die Epithelmasse in kleine Alveolen zerteilend. Die Breite der Alveolen: 39 Messungen, 126 μ Durchschnitt, 288 μ Maximum, 48 μ Minimum.

Die Alveolen der akzessorischen Epithelkörperchen sind gegen die eines normalen akzessorischen Ek. vergrößert, so groß, wie in einem normalen Haupt-Ek. Die Zahl der Zellen im Alveolus ist stark vermehrt,

Fig. 16.

Fall 15. Detail der Stelle *G* in Fig. 5, Taf. VIII, bei 350facher Vergrößerung.

G = großes Blutgefäß im großen, C_1 kleineres im kleinen Septum. Die Masse der hypertrophischen Epithelzellen von vielen klaffenden (C_2) und kollabierten (*K*) Kapillaren durchzogen. *m* = 2 Mitosen.

stellenweise größer als in einem normalen Haupt-Ek. Die Zellen selbst vergrößert, der Kern groß, oval, hell, mit wenig Chromatinstruktur, das Protoplasma besonders reichlich, gut eosinrot, ohne Zellgrenzen, die Stromasepta relativ dick, mit deutlich fibrillärem Bindegewebe, mit zahlreichen, mäßig gut gefüllten Kapillaren. Die Alveolarbreite: 16 Messungen, 27·7 μ Durchschnitt, 45 μ Maximum, 12·5 μ Minimum.

* * *

Fall 16. Bei der Obduktion erschienen beide Ek. stark vergrößert, das linke lag an der gewöhnlichen Stelle, das rechte hinten am Pharynx. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß beide Haupt-Ek. außerhalb der Schilddrüse lagen und außer ihnen noch 14 akzessorische nachweisbar waren. Von diesen lagen 8 in der Thymus, 3 rechts, 5 links und 6 neben und unterhalb der Schilddrüse, je 3 auf jeder Seite. Unter den in der Nähe der Schilddrüse gelegenen waren 3 ganz ungewöhnlich groß, ja sogar größer als es normaliter selbst Haupt-Ek zu sein pflegen und 2 von ihnen waren überdies von ganz bizarrer Gestalt (s. Photogramm, Tafel VII, Fig 21 *s*). Die ganz ungewöhnlich große Zahl der akzessorischen Ek., ihre zum Zeil ungeheure Größe und ungewöhnliche Form, die Lage beider Haupt-Ek. außerhalb der Schilddrüse sind uns ein Fingerzeig dafür, daß es sich um einen präexistierenden, kongenitalen Zustand, eine Zersprengung des ganzen Ek.-Apparates handle. Daß aber die Rachitis noch überdies zur Vergrößerung dieser Sprengstücke so gut wie zu der der Haupt-Ek. geführt hat, wird uns die histologische Untersuchung lehren. Die Haupt-Ek. waren durch 50, beziehungsweise 48 Schnitte zu verfolgen, die akzessorischen durch 54, 34, 32, 19, 15, 10, 8, 7, 7, 6, 6, 6, 3 und 2 Schnitte.

Die Form der Ek. war nach den Wachsmodellen die folgende: Beide Haupt-Ek. waren längs-oval, mit abgerundeten Polen, flach, die Oberfläche war beim rechten leicht wellig, beim linken glatt, beide hatten eine leichte Einschnürung, das rechte überdies einen großen, pilzförmigen Auswuchs. An keiner Stelle der Oberfläche bestand ein Kontakt mit der Schilddrüse. Von den 14 akzessorischen Ek. waren 8 lang-oval und mehr oder weniger flach, zwei kurz-oval und flach, eines hatte die Form einer abgeflachten Kugel, eines war ein Tetraeder und 2 waren von höchst unregelmäßiger Gestalt, das eine hatte eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Schwan (Taf. VIII, Fig. 7), das andere mit einer kunzen Pfeife, deren Kopf eingeschnürt ist. Das Photogramm der Modelle Taf. VII, Fig. 21*s*.

Das Volumen der Wachsmodelle betrug:

rechtes Haupt-Ek.	1406·47 cm^3
linkes »	968·14 cm^3
1. akzessorisches Ek.	307·37 cm^3
2. » »	277·19 cm^3
3. » »	63·13 cm^3
4. » »	54·96 cm^3
5. » »	13·24 cm^3
6. » »	9·49 cm^3
7. » »	5·75 cm^3
8. » »	5·01 cm^3
9. » »	4·81 cm^3
10. » »	2·65 cm^3
11. » »	1·88 cm^3
12. » »	1·41 cm^3
13. » »	0·68 cm^3
14. » »	0·23 cm^3
Zusammen . . .	3122·41 cm^3.

Berechnet man daraus das Volumen der Haupt- und akzessorischen Ek. selbst, auf 100 *g* Körpergewicht des Tieres bezogen, so erhält man die Zahl 1508·41 dmm^3, wovon auf die akzessorischen 361·26 dmm^3 entfallen. Diese letzte Zahl ist wegen der beträchtlichen Größe und Zahl der akzessorischen Ek. ganz ungewöhnlich groß, in einem Falle kongenitaler Zersprengung des ganzen Ek.-Apparates aber leicht verständlich.

Histologischer Befund.

Haupt-Ek. Die zarte Kapsel wird nicht, wie bei normalem Ek.-Situs, auf lange Strecken von den großen Gefäßen durchzogen, sondern diese durchbohren die Kapsel bald nachdem sie sie erreicht haben und ziehen sofort in das Parenchym hinein.

Das Ek.-Gewebe ist im allgemeinen durch sehr deutlich, wenn auch nicht maximal vergrößerte Alveolen und eine relative Stromaarmut ausgezeichnet, doch muß das Zentrum und die Peripherie für sich besprochen werden. Im Zentrum sind die Alveolen stark vergrößert, die Stromasepta dicker, reich an roten Fibrillen und großen, mäßig gefüllten Gefäßen. In den Alveolen die Epithelzellen stark vermehrt, aber fast nicht vergrößert, mit mittelgroßem, hellem, ovalem Kern, der einen Nucleolus und ein spärliches Chromatinnetz besitzt und ein relativ spärliches Protoplasma, das entschieden dunkler rot ist als normal, wenn auch nicht sehr dunkelrot. Die Epithelmasse ist von sehr reichlichen, kollabierten Blutkapillaren durchzogen, die ein Netz bilden und die große Epithelmasse in viele kleine Inseln zerteilen. Nur manchmal ist die Zahl der Kapillaren zu gering, um eine solche Zerteilung zu bewerkstelligen.

In der Peripherie sind die Stromasepta viel reicher an Bindegewebskernen, die Alveolen, wenn auch noch immer pathologisch groß, so doch kleiner als im Zentrum, das Protoplasma der Epithelzellen reichlicher als normal, aber ganz hell und die sekundäre Durchwachsung der Epithelmassen durch Kapillarnetze ganz gering.

Mitosen konnten in den Ek. nirgends nachgewiesen werden. Die Alveolarbreite betrug nach 35 Messungen 86·4 µ im Durchschnitt, 144 µ maximal, 64 µ minimal.

Bei den akzessorischen Ek. müssen wir zwischen den gewöhnlichen, in der Thymus liegenden, und den ungemein großen, in der Nähe der Schilddrüse gelegenen unterscheiden. Dieser Unterschied läßt sich an der Hand der histologischen Struktur aufs beste durchführen.

Die großen akzessorischen Ek. erinnern in ihrer Struktur mehr an die Haupt-Ek. Die Alveolen sind (Taf. VIII, Fig. 7 *gr*) in ansehnlichem Grade vergrößert, die Stromasepta enthalten reichlich Bindegewebsfibrillen und größere Gefäße, die Epithelzellen in den Alveolen sind vermehrt, vergrößert, der Kern groß, oval, hell, mit Nucleolus, aber ohne Chromatinstruktur, das Protoplasma aber ganz licht, wenn auch nicht wasserhell. Die Epithelmasse ist schon von vielen kollabierten Kapillarnetzen durchzogen (Fig. 7 *a*) und in kleine, selbst zweireihige Zellhäufchen zerlegt, so daß stellenweise das Bild eines normalen Haupt-Ek. entsteht (Fig. 7 *kl*). — In den kleinen akzessorischen Ek. sind die Erscheinungen der Hyperplasie geringer. Aber selbst hier sind die Alveolen im Vergleich mit einem normalen akzessorischen Ek. vergrößert, die Epithelzellen in ihnen vermehrt, mit einem ovalen, hellen, großen Kern und Nucleolus und einem ganz lichten Protoplasma. Die Stromasepta enthalten keine sichtbaren Fibrillen und mäßig viele Stromakerne. — Die Alveolarbreite wurde 1. in einem großen, 2. in einem kleinen akzessorischen Ek. für sich gemessen.

1. 37 Messungen, 73·9 μ Durchschnitt, 144·0 μ Maximum, 32 μ Minimum
2. 21 » 23·8 μ » 42·5 μ » 15 μ »

* * *

Fall 17. Bei der Obduktion wurde das rechte Ek. als übermittelgroß, das linke als sehr stark vergrößert bezeichnet. Sie waren beide hell und leuchteten aus der dunklen Schilddrüse heraus. In der Schnittserie fanden sich außer den beiden Haupt-Ek. auch noch 7 akzessorische, die alle in oder an der Thymus lagen, 5 rechts, 2 links. Die Haupt-Ek. liefen durch 80, beziehungsweise 68 Schnitte, die akzessorischen durch 11, 11, 10, 9, 9, 8 und 6 Schnitte.

An den Wachsmodellen haben die Ek. folgende Form: Das rechte Haupt-Ek. ist von leicht unregelmäßig kugeliger Gestalt, die versenkte Oberfläche flach höckerig, die freie glatt, beide fast gleich stark konvex. Die freie Oberfläche nimmt nicht die ganze Länge und Breite ein, so daß eine Kante und ein Pol versenkt sind. Das linke Haupt-Ek. flach-oval, mit einem abgerundeten und einem leicht zugespitzten Pol, die versenkte Oberfläche glatt, mit zwei seichten Furchen und sehr stark konvex. Die freie Fläche ist glatt, flach-konvex und nimmt die ganze Länge und Breite des Ek. ein, greift an einer Kante und am abgerundeten Pole um $^1/_4$ auf die versenkte Fläche über, so daß eine Kante und ein Pol stark aus der Schilddrüse herausragen. Von den akzessorischen Ek. waren 4 flach-oval, 2 flach und kurz-oval und eines längs-oval, flach, mit einem abgerundeten und einem zugespitzten Pol. Die Photogramme der Modelle siehe Taf. VII, Fig. 21 *u*.

Die Berechnung aus diesen am Modell gewonnenen Zahlen ergibt, daß das Volumen der Haupt- samt akzessorischen Epithelkörperchen selbst, auf 100 *g* Körpergewicht des Tieres bezogen, 1566·23 *dmm*³ beträgt. Davon entfallen auf die akzessorischen Ek. 27·08 *dmm*³.

Das Volumen der Modelle betrug:

rechtes Haupt-Ek.	1154·54 *cm*³
linkes »	1954·55 *cm*³
1. akzessorisches Ek.	15·94 *cm*³
2. » »	11·96 *cm*³
3. » »	10·39 *cm*³
4. » »	5·90 *cm*³
5. » »	5·62 *cm*³
6. » »	2·93 *cm*³
7. » »	1·96 *cm*³
Zusammen	3163·79 *cm*³.

Die Berechnung aus diesen am Modell gewonnenen Zahlen ergibt, daß das Volumen der Haupt- und akzessorischen Ek. selbst auf 100 *g* Körpergewicht des Tieres bezogen, 1566·23 *dmm*³ beträgt. Davon entfallen auf die akzessorischen Ek. 27·08 *dmm*³.

Histologischer Befund.

Haupt-Ek. Beide wölben sich aus der Schilddrüse vor, das rechte mit einer einfach konvexen Fläche, wobei es aber der Hauptmasse nach in der Schilddrüse steckt. Das linke hingegen ragt mit einem sehr großen Anteil seines Körpers aus der Schilddrüse heraus. Beiderseits sind die Schilddrüsenfollikel entlang der ganzen Kontaktfläche mit den Ek. bis zu einer gewissen Tiefe plattgedrückt, stellenweise sogar bis zum Verschwinden des Lumens. Die äußerst zarte Ek.-Kapsel grenzt beide Gewebe scharf voneinander ab.

Der Bau der Haupt-Ek. ist mehr kompakt als alveolär, das heißt Stromasepta durchziehen das Organ, ohne dessen Parenchym überall in Alveolen zu zerteilen. Wenn wir den Abstand dieser Stromasepta als Alveolarbreite auffassen,

so ist diese enorm vergrößert. Die Stromasepta sind dick, enthalten rote Bindegewebsfibrillen und noch mehr auffallende Stromakerne und große, aber mäßig gefüllte Blutgefäße. Die die Alveolen erfüllenden Epithelzellen sind an Zahl enorm vermehrt, vergrößert, mit größerem, hellerem, aber noch immer ovalem Kern, mit deutlicher Chromatinstruktur und reichlichem, hell gefärbtem Protoplasma ohne scharfe Zellgrenzen. Mitosen in allen möglichen Stadien sind sehr reichlich, sie fehlen in keinem Schnitt, zuweilen sind ihrer 4 bis 5 in einem Gesichtsfeld bei starker Vergrößerung zu sehen. Die kompakte Epithelmasse wird von allerfeinsten roten Stromaseptchen mit vereinzelten Stromakernen durchzogen und hie und da in denselben liegende rote Blutkörperchen zeigen, daß es sich um kollabierte Blutkapillaren handle, die hier die riesenhaften, kompakten Epithelmassen durchziehen, ohne sie in kleine Alveolen zu zerteilen.

So gebaut ist der größte Teil der Haupt-Ek. Eine dünne Schicht an der freien Ek.-Oberfläche aber besteht aus kleinen, runden Alveolen, die durch relativ breite Septa getrennt sind und spärliche kleine Epithelzellen enthalten, in denen Mitosen nicht fehlen, wenn sie auch spärlich sind. — Die Breite der Alveolen wurde gemessen: 1. in der breitbalkigen, 2. in der schmalbalkigen Partie:

1. 22 Messungen,	152·0 μ Durchschnitt,	320·0 μ Maximum,	80·0 μ Minimum
2. 26 »	19·2 μ »	37·5 μ »	12·5 μ »

Die akzessorischen Ek. bieten zum Teil das Bild voll ausgebildeter, zum Teil in Entwicklung begriffener Hyperplasie und Hypertrophie. Die ersteren zeigen deutlich vergrößerte Alveolen, die mit vermehrten und vergrößerten Epithelzellen erfüllt und durch verschmälerte Septa voneinander getrennt sind. Die letzteren bestehen zum Teil aus kleinen Alveolen, mit spärlichen kleinen Zellen und breiten Stromasepten mit zahlreichen Stromazellen, während einzelne Alveolen schon ausgesprochen vergrößert sind und vermehrte, vergrößerte Epithelzellen mit vergrößertem, hellerem Kern und Protoplasma enthalten. Auch in den akzessorischen Ek. wurden Mitosen nachgewiesen, aber lange nicht so zahlreich wie in den Haupt-Ek. Die Alveolarbreite wurde an 2 Ek. gemessen:

1. 12 Messungen,	24·4 μ Durchschnitt,	37·5 μ Maximum,	12·5 μ Minimum
2. 18 »	21·0 μ »	37·5 μ »	12·5 μ »

* * *

Fall 18. Bei der Sektion waren die Ek. monströs groß und leuchteten weiß aus der Schilddrüse hervor. Außer den beiden Haupt-Ek. konnten in der Schnittserie noch 3 akzessorische aufgefunden werden, die alle in der Thymus lagen, eines links, zwei rechts. Beide Haupt-Ek. waren durch je 86 Schnitte zu verfolgen, die akzessorischen durch 17, 12 und 7 Schnitte.

Die Form der Wachsmodelle war die folgende: Das rechte Haupt-Ek. längs-oval, etwas flach, die Pole abgerundet. Die versenkte Fläche groß-wellig, stark konvex. Die freie ist ebenfalls groß-wellig, etwas weniger konvex, nimmt die ganze Länge und Breite des Ek. ein und greift an beiden Kanten etwas, an einem Pol um ein Viertel auf die versenkte Fläche über. Das linke Haupt-Ek. längs-oval, etwas flach, die Pole abgerundet, eine Kante flach, die andere stark konvex; beide Flächen wenig uneben, die versenkte ist stark konvex, die freie, weniger konvexe nimmt die ganze Länge und Breite des Organes ein und greift der Länge und Breite nach um ein Fünftel auf die versenkte Fläche, so daß ein Pol und eine Kante bloßliegen. Gerade an diesem Pol und an dieser Kante liegt zwischen beiden Flächen eine Schnürfurche, die beim Hervorquellen des Ek. aus der Schilddrüse entstanden sein muß. Die akzessorischen Ek. waren längs-oval, zwei davon flach, eines mit kreisrundem Querschnitt. — Die Photogramme der Modelle siehe Taf. VII, Fig. 21*x*.

Das Volumen der Wachsmodelle betrug:

rechtes Haupt-Ek.	2838·32 cm^3
linkes »	2798·03 cm^3
1. akzessorisches Ek.	55·06 cm^3
2. » »	23·38 cm^3
3. » »	4·54 cm^3
Zusammen . . .	5719·33 cm^3.

Daraus ergrbt sich als das Volumen der Haupt- und akzessorischen Ek. selbst, auf 100 *g* Körpergewicht des Tieres bezogen, 3195·16 dmm^3, wovon auf die akzessorischen 46·36 dmm^3 entfallen. Die relative Größe des gesamten Ek.-Apparates ist in diesem Falle die größte in unserem ganzen Material.

Histologischer Befund.

Haupt-Ek. Beide Ek. sind so groß, daß sie in manchem Schnittbild das Schilddrüsengewebe an Menge übertreffen. Sie sind beide in die oberen Schilddrüsenpole so eingepaßt, daß sie mit dem größeren Teil ihrer Oberfläche aus der Schilddrüse herausragen, ein Zustand, der als präexistend, kongenital angesehen werden muß, durch die Ek.-Vergrößerung höchstens etwas verstärkt. Die Kompressionserscheinungen der Schilddrüse sind, wiewohl dies die größten Ek. der ganzen Versuchsreihe sind, gering. Die Ursache dafür ist die schon kongenital vorhandene, zum größeren Teil extrathyreoideale Lagerung der Ek., so daß die Ek.-Vergrößerung sich zum größeren Teil außerhalb der Schilddrüse abgespielt hat und für die Kompressionserscheinungen der Schilddrüse also nur der kleinere, intrathyreoideale Teil in Betracht kam. Eine Verstärkung dieser Kompressionserscheinungen durch den Muskeldruck von außen entfällt in einem solchen Falle ganz, denn am oberen Schilddrüsenpol wirkt der Muskeldruck nicht in dem Sinne, daß er das Ek. in die Schilddrüse hineinpressen würde, wie das etwa an der Außenfläche der Fall sein müßte. Ein ganz gleiches Verhalten ist auch noch im Falle 15 zu sehen, wo aber das eine Ek. am unteren Schilddrüsenpol lag.

Trotz der stellenweise äußerst zarten Kapsel ist die Grenze zwischen Schilddrüsen- und Ek.-Parenchym stets sehr deutlich und scharf. Dem inneren Aufbaue nach muß man in den Haupt-Ek. einen großalveolären von einem kleinalveolären Teil unterscheiden. Der erstere weit größere weist Alveolen von riesenhafter Größe auf, deren Durchschnitts- und Maximalbreite in der ganzen Versuchsreihe die größten Werte besitzt. Die Stromasepta sind relativ dick, enthalten recht viele rote Bindegewebsfibrillen und große, aber nur selten und wenig gefüllte Blutgefäße, was in einem Gegensatz zu den gut gefüllten Blutgefäßen der Schilddrüse steht. Schon bei der Obduktion macht sich diese Differenz in der Gefäßfüllung geltend, da die Schilddrüse stets rot, die Ek. fast weiß erscheinen. Die von den Septen begrenzten Riesenalveolen sind mit sehr stark vermehrten, vergrößerten Epithelzellen erfüllt, deren große, ovale, helle Kerne eine Chromatinstruktur besitzen, während das reichliche Protoplasma eigentlich schon recht dunkelrot gefärbt ist. Mitosen in Form von Mutter- und Tochtersternen sind recht reichlich nachweisbar. Die die Epithelmasse durchziehenden, feinen, kernarmen Stromasepta und kollabierten Kapillaren sind stellenweise schon so zahlreich, daß sie ein zusammenhängendes Netz bilden und so die große Epithelmasse zu kleinen, schmalen, oft zweireihigen Häufchen zerlegen. Daher kommt es, daß der Unterschied zwischen maximaler und minimaler Alveolarbreite in keinem anderen Falle so groß ist wie im vorliegenden. Diese Zerteilung der großen Epithelmassen in kleine Alveolen hat eine bessere Ernährung und Ausnutzung des Parenchyms zur Folge und ist ein sekundärer Zustand, der auf einen schon längeren Bestand der Hyperplasie hinweist.

In dem zweiten, an der freien Oberfläche einen nur schmalen Streifen darstellenden Ek.-Teil sind die Alveolen durchschnittlich nur etwas größer als im normalen Haupt-Ek., die Stromasepta sind relativ breit und reich an Stromakernen, die Epithelzellen unterscheiden sich von den anderen hauptsächlich durch das viel lichtere, zum Teil fast wasserhelle Protoplasma, weisen aber auch hier häufig Mitosen auf.

Die Breite der Alveolen wurde 1. im groß-, 2. im kleinalveolären Teil für sich gemessen.

1. 23 Messungen, 201·0 μ Durchschnitt, 368 μ Maximum, 12·5 μ Minimum
2. 33 » , 29·6 μ » 75 μ Maximum, 10·0 μ »

In den akzessorischen Ek. ist das Bild nicht in allen Teilen gleich. Zum Teil sind die Alveolen nur etwas vergrößert, die Zellen nur etwas vermehrt, groß und haben einen strukturlosen Kern und ein reichliches, nicht ganz helles Protoplasma und die Stromasepta sind breit und kernreich. An anderen Stellen sind die Alveolen deutlich größer, die Zellen deutlich vermehrt, aber von gleichem Aussehen und die Stromasepta dünner, kernärmer. Die Alveolarbreite wurde in 2 akzessorischen Ek. gemessen.

1. 20 Messungen, 24·4 μ Durchschnitt, 37·5 μ Maximum, 15·0 μ Minimum
2. 28 » 23·9 μ » 42·5 μ » 12·5 μ »

* * *

Fall 19. Im Obduktionsprotokoll sind die Ek. als übermittelgroß und weiß aus der roten Schilddrüse herausleuchtend beschrieben. Außer den beiden Haupt-Ek. fanden sich mikroskopisch noch 4 akzessorische, von denen eines in der rechten, 3 in der linken Thymusspitze lagen. In der Serie konnten die Haupt-Ek. durch 42, beziehungsweise 40 Schnitte verfolgt werden, die akzessorischen durch 1, 2, 2 und 10 Schnitte.

An den Wachsmodellen ist die Form der Ek. die folgende: Das rechte Haupt-Ek. ist kurz-oval, mit abgerundeten Polen, die versenkte Oberfläche ist höckerig, mit einer tiefen Einschnürung und einem größeren Auswuchs versehen, dabei im ganzen stark konvex; die freie Fläche ist glatt, ganz flach konvex und nimmt nur drei Viertel der Länge ein, so daß beide Pole mit versenkt sind, aber die ganze Breite und greift sogar an einer Kante etwas auf die versenkte Fläche über.

Das linke Haupt-Ek. ist in der Form dem rechten ganz ähnlich, nur ist es etwas länger-oval, an der Grenze beider Flächen liegt eine Furche und die freie Fläche nimmt die ganze Länge und Breite des Ek. ein.

Von den akzessorischen Ek. waren 2 flach-oval, eines kugelig, eines flach-dreieckig. Das Photogramm der Modelle siehe Tafel VII, Fig. 21*n*.

Das Volumen der Modelle betrug:

rechtes Haupt-Ek.	364·24 cm^3
linkes »	445·89 cm^3
1. akzessorisches Ek.	0·16 cm^3
2. » »	0·08 cm^3
3. » »	0·05 cm^3
4. » »	12·79 cm^3
Zusammen . .	823·21 cm^3.

Aus diesen Zahlen läßt sich der Inhalt der Ek. selbst berechnen. Das Volumen der Haupt- und akzessorischen Ek. zusammen, auf 100 *g* Körpergewicht des Tieres bezogen, betrug 669·28 dmm^3, wovon auf die akzessorischen 10·72 dmm^3 entfallen.

Histologischer Befund.

Haupt-Ek. Die Schilddrüsenfollikel zeigen nur an vereinzelten Stellen Kompressionserscheinungen in Form von Abflachung. Die Ek.-Kapsel ist bald so zart, daß das Ek.-Parenchym vom nächsten Schilddrüsenfollikel nicht weiter entfernt ist, als 2 Schilddrüsenfollikel voneinander, bald ist die Kapsel etwas stärker. Die Stromasepta im Ek. sind fibrös, führen große Blutgefäße und umgrenzen wenig verbreiterte Alveolen. Diese werden vielfach von feinsten Stromazügen mit dunklen, ovalen Kernen durchzogen und eine hie und da begleitende Reihe roter Blutkörperchen zeigt, daß diese feinen Stromazüge kollabierte Blutkapillaren sind. Diese zerteilen stellenweise die große Alveole in mehrere kleine, manchmal aber nicht. Im ersteren Falle wurden die weiter unten folgenden Breitenmaße nicht an der großen, sondern an den kleinen Teilalveolen genommen. Die Epithelzellen sind größer, der Kern größer, heller, mit deutlicherer Chromatinstruktur als normal. Es wurde nur eine Mitose gesehen.

Von dieser Struktur weicht die der freiliegenden Oberfläche benachbarte Partie des Ek. ab, die mehr an die Bilder normaler Ek. erinnert. Denn die Alveolen sind durchwegs klein, die Stromasepta dünner, ärmer an Fibrillen, reicher an spindeligen Stromakernen, die Epithelzellen kleiner. Die Breite der Alveolen wurde 1. an der großalveolären, 2. an der kleinalveolären Partie gemessen.

1. 22 Messungen,	34·0 μ Durchschnitt,	57·5 μ Maximum,	23·5 μ Minimum
2. 35 »	18·6 μ »	32·5 μ »	12·5 μ »

Die akzessorischen Ek. (Textfigur 17) sind so wie die Haupt-Ek. dieses Falles ein gutes Beispiel von Hyperplasie und Hypertrophie. Die Alveolen sind nur zum Teil vergrößert (A_1), selbst größer als im normalen Haupt-Ek., von runder Form, in ihnen die Epithelzellen vermehrt, vergrößert, mit vermehrtem hellem Protoplasma und lichterem Kern. In den noch kleinen Alveolen (A_2) sind die Zellen nicht vermehrt, aber doch auch schon etwas größer. Das Stroma wie im normalen akzessorischen Ek. reichlich, mit vielen dunklen spindeligen Kernen und wenig gefüllten Kapillaren (*C*). Nach 31 Messungen betrug die Alveolarbreite im Durchschnitt 24·8 μ, maximal 45 μ, minimal 12·5 μ.

* * *

Fall 20. Beide Haupt-Ek. fielen schon bei der Sektion durch ihre besondere Größe auf. Außer ihnen fanden sich mikroskopisch noch 7 akzessorische Ek., von denen 3 in der rechten, 4 in der linken Thymusspitze lagen. In der Serie konnten die Haupt-Ek. durch 88, beziehungsweise 81 Schnitte verfolgt werden und die akzessorischen durch 32, 24, 21, 12, 11, 9 und 7 Schnitte.

An den angefertigten Wachsmodellen ist die Ek.-Form die folgende: Das rechte Haupt-Ek. ist kurz-oval, mit abgerundeten Polen. Die Oberfläche über dem versenkten Teil grob-höckerig und wellig, über dem freien Teil

bald ebenso, bald glatt. Beide Flächen sind besonders stark konvex, so daß der beträchtliche Dickendurchmesser mehr als die Breite beträgt. Die freie Fläche nimmt die ganze Länge und Breite des Ek. ein und greift, der Breite nach, an einer Kante etwas auf die versenkte Fläche über. An einem der Pole findet sich eine besonders tiefe Einschnürung, die mit der Grenze beider Flächen zusammenfällt und darauf zurückzuführen ist, daß das enorm vergrößerte Ek. aus der Schilddrüse hervorquillt und daselbst mit pilzförmig überhängendem Rande, der eine besonders glatte Oberfläche besitzt, sich über die Schilddrüsenoberfläche legt. Besser als eine noch so ausführliche Beschreibung macht die Fig. 6 (Taf. VIII) dieses Verhalten klar.

Das linke Haupt-Ek. ist gedrungen-oval, mit abgerundeten Polen, zum Teil glatter, zum Teil grob-welliger Oberfläche, die versenkte und freie Oberfläche stark konvex, die letztere ist größer, nimmt die ganze Länge und

Fig. 17.

Fall 19. Teil eines akzessorischen Epithelkörperchens im Beginn der Hyperplasie und Hypertrophie. A_1 = deutlich vergrößerte Alveolen mit vermehrten, vergrößerten, lichteren Zellen, A_2 normal große Alveolen mit nicht vermehrten, schon etwas größeren Zellen, S = Stroma, C = Kapillare. 350fache Vergrößerung.

Breite des Ek. ein und an einer Kante greift sie der Breite nach um ein Drittel auf die versenkte Fläche über. Die Einschnürung der Oberfläche und das pilzförmige Hervorquellen ist ebenso wie rechts zu sehen.

Von den akzessorischen Ek. waren 3 abgeflacht, kugelig und glatt, 2 unregelmäßig und höckerig, eines kurz-oval, mit höckeriger Oberfläche und eines flach, längs-oval, mit einem abgerundeten und einem zugespitzten Pol und einer mehr flachen und einer mehr konvexen Oberfläche. Das Photogramm der Modelle siehe Taf. VII, Fig. 21 *w*.

Das Volumen der Modelle betrug:

rechtes Haupt-Ek.	2691·04 cm^3
linkes »	2393·70 cm^3
1. akzessorisches Ek.	81·92 cm^3
2. » »	47·55 cm^3
3. » »	36·47 cm^3
4. » »	7·91 cm^3
5. » »	6·10 cm^3
6. » »	6·01 cm^3
7. » »	2·14 cm^3
Zusammen . . .	5272·84 cm^3.

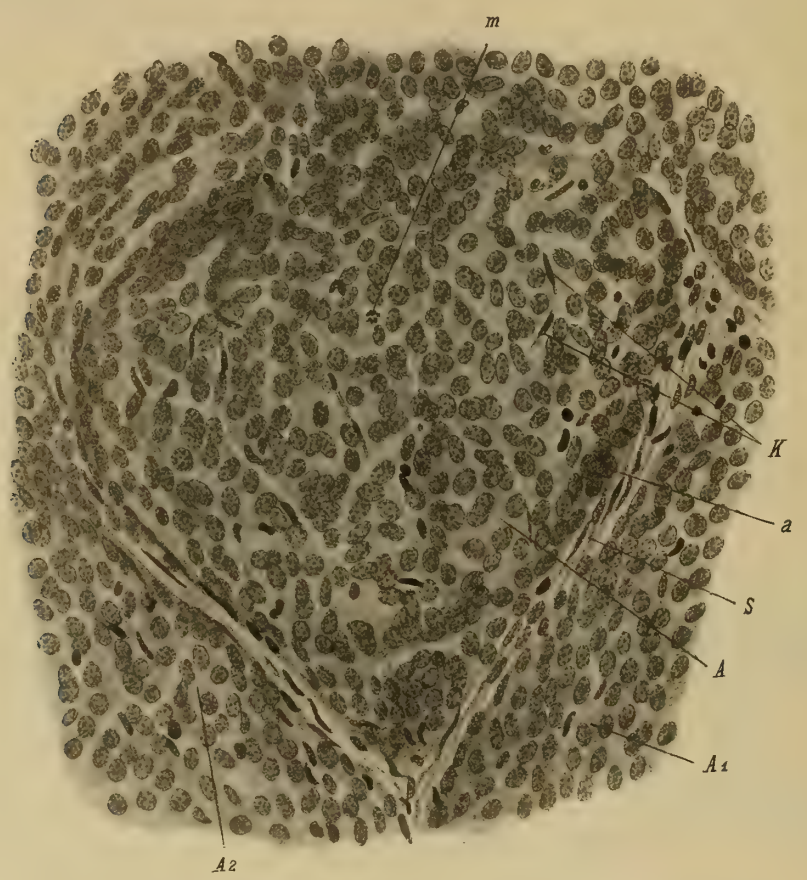
Berechnet man aus dieser Summe das Gesamtvolumen der Haupt- und akzessorischen Ek. selbst, bezogen auf 100 *g* Körpergewicht des Tieres, so erhält man 2746·11 dmm^3, wovon auf die akzessorischen 97·97 dmm^3 entfallen.

Histologischer Befund.

Haupt-Ek. (Taf. VIII, Fig. 6, Textfig. 18, 19). Eine oft stark ausgeprägte Bindegewebskapsel grenzt die Haupt-Ek. vom Schilddrüsenparenchym ab (Fig. 6 bei *b*), aus dem sie mit einem recht großen Teil und dem schon geschilderten, pilzförmig überhängenden Rand (Fig. 6*d*) hervorquellen.

Wir haben uns vorzustellen, daß der extrathyreoideal ausgetretene Ek.-Teil von den langen Halsmuskeln wieder an die Schilddrüse angepreßt worden sein muß, so daß er sich pilzförmig über ihre Oberfläche legte. Die enorme Vergrößerung des intrathyreoidealen Teiles findet darin seinen Ausdruck, daß 1. die Schilddrüsenfollikel auf der ganzen Berührungsfläche mit dem Ek. in mehreren, übereinanderliegenden Schichten in eine bedeutende

Fig. 18.



Fall 20. Der mit *gr* bezeichnete Teil der Fig. 6, Taf. VIII, bei 350facher Vergrößerung.
Es ist ein Teil der stark vergrößerten Alveole (*A*) dargestellt und anstoßende Teile der Alveolen A_1 und A_2. Die Alveolarsepta (*S*) sind verbreitert, die Epithelzellen vergrößert, protoplasmareicher, die Kerne am Alveolarrand dichter stehend, die Epithelmasse von feinen Stromazügen mit Kernen (*K*) durchzogen. *m* = Mitose.

Tiefe hinein plattgedrückt und konzentrisch herumgelegt sind (Fig. 6*b*), daß 2. das Niveau der Schilddrüsenoberfläche bei *e* beträchtlich gehoben erscheint.

Die Alveolen des Ek.-Parenchyms sind schätzungsweise nicht vermehrt aber enorm vergrößert (Fig. 6*gr*, Fig. 18, 19), von plumpen und vom gegenseitigen Druck polygonalen Formem. Nach 30 Messungen betrug die Breite der Alveolen 171·7 μ im Durchschnitt, 320 μ im Maximum, 64 μ im Minimum.

Während normaliter die Stromasepta zwischen den Alveolen sehr zart, oft nur an der Anwesenheit eines dunklen Stromakernes zu erkennen sind, treten sie hier viel deutlicher hervor (Fig. 6) und sind mit gut eosinroten Bindegewebsfibrillen ausgestattet (Fig. 18*S*). Diese sind zwar absolut genommen an Menge nicht sehr beträchtlich, aber im Vergleich mit normalen Fällen als sehr vermehrt zu bezeichnen. Die Blutgefäße sind größer als normal, aber schlecht gefüllt.

In den Riesenalveolen ist die Zahl der Epithelzellen enorm vermehrt (Fig. 18). Während normaliter außer den randständigen Epithelzellen nur noch wenige im Zentrum der Alveole Platz finden, ist hier ihre enorme Ver-

mehrung, selbst ohne Zählung, sehr in die Augen springend. Es besteht somit eine maximale Hyperplasie. Außerdem aber sind die Zellen hypertrophisch (Fig. 18). Die Kerne noch immer oval, aber größer, mit deutlicher Chromatinstruktur und weniger dicht, gelagert, denn das Protoplasma ist vermehrt und nebenbei satt mit Eosin gefärbt, aber ohne deutliche Zellgrenzen. Trotz vielen Suchens ist aber nur ganz ausnahmsweise eine Mitose nachweisbar (Fig. 18 *m*), was entweder darin seinen Grund hat, daß hier die Hyperplasie im wesentlichen beendet ist, oder darin, daß die Konservierung nicht lebenswarm erfolgen konnte. Die am Rand des Alveolus liegenden Epithelzellen stehen nirgends mehr in Palisaden, haben aber ein spärlicheres Protoplasma, so daß die Kerne dichter zusammen liegen (Fig. 18 *a*). Da sie auch nebenbei oft noch dunkler und kleiner sind, verleihen sie dem Alveolarrand einen dunkleren Ton, wodurch die dunkel umsäumten Septa umso kräftiger hervortreten (Fig. 6).

Da das Gefäßnetz der Alveolarsepta nicht mehr genügt, die Riesenalveolen zu ernähren, wird die kompakte Epithelmasse von zahlreichen feinen Kapillaren durchzogen, die infolge postmortalen Kollapses der Lumina sich

Fig. 19.

Fall 20. Randpartie des Hauptepithelkörperchens.

Einige Alveolen A_1 bestehen aus besonders großen, hellen Zellen, neben denen die des übrigen Parenchyms A_2, wiewohl auch hypertrophisch, recht klein aussehen. C = Kapillaren. 350fache Vergrößerung.

als feinste Stromazüge mit dunklen, spindeligen Kernen (Fig. 18 *K*) darstellen. Ein hie und da in der Nachbarschaft eines solchen Kernes nachweisbares rotes Blutkörperchen unterstützt diese Deutung. Ist so die ganze Epithelmasse des Alveolus von feinsten Kapillaren durchzogen, so wird sie trotzdem nicht in kleinere Alveolen zerlegt.

Um zu zeigen, welchen exzeptionellen Grad die Hypertrophie der Epithelzellen unter Umständen erlangen kann, ist in Fig. 19 eine Randpartie aus einem Haupt-Ek. wiedergegeben. Nicht die Größe der Alveolen oder Zahl der Zellen, sondern die besondere Größe und Helligkeit der letzteren fällt hier in die Augen (Fig. 19 A_1), so daß die Zellen des übrigen Parenchyms (Fig. 19 A_2) dadurch in den Schatten gestellt sind, wiewohl sie auch hypertrophisch sind.

Auch in den akzessorischen Ek. (Fig. 20) ist die Hypertrophie und Hyperplasie ganz augenfällig. Die Alveolen (Fig. 20 A_1) sind nicht nur größer als in einem normalen akzessorischen, sondern auch größer als in einem normalen Haupt-Ek., aber natürlich kleiner als im Haupt-Ek. des vorliegenden Falles selbst (Fig. 20). Die Breite der meist runden Alveolen wurde an 4 akzessorischen Ek. gemessen.

1.	15	Messungen,	28·2 μ	Durchschnitt,	65·0 μ	Maximum,	17·5 μ Minimum
2.	14	»	33·4 μ	»	45·0 μ	»	17·5 μ »
3.	15	»	31·3 μ	»	47·5 μ	»	15·0 μ »
4.	9	»	36·4 μ	»	47·5 μ	»	25·0 μ »

Die Alveolarsepta sind gut ausgebildet (Fig. 20 *S*) und zeigen eosinrote Bindegewebsfibrillen und mäßig gut gefüllte Kapillaren (Fig. 20 *C*). Der Zahl der Zellen nach besteht ein ähnliches Verhalten wie im normalen Haupt-Ek.,

Fig. 20.

Fall 20. Teil eines akzessorischen Epithelkörperchens.

Die Alveolen zum Teil mäßig (A_2), zum Teil stark vergrößert (A_1), aus stark hypertrophischen Zellen bestehend, S = Stromasepta mit C = Kapillaren. 350fache Vergrößerung.

aber die Zellen sind größer, die Kerne heller, größer, das Protoplasma reichlicher und gut eosinrot (Fig. 20 A_2), bald besonders reichlich, wie gequollen, blaß oder fast ungefärbt (Fig. 20 A_1).

* * *

Fall 21. Bei der Obduktion wurden die Ek. als nicht vergrößert angesehen. Histologisch fanden sich außer den beiden Haupt-Ek. auch noch 5 akzessorische, von denen 4 in und an der linken Thymus lagen, eines aber, am unteren Pol des linken Schilddrüsenseitenlappens. Die Haupt-Ek. konnten durch 41, beziehungsweise 40 Schnitte verfolgt werden, die akzessorischen durch 13, 10, 6, 5 und 2 Schnitte.

Die Ek.-Form war an den Wachsmodellen die folgende: Das rechte Haupt-Ek. ist längs-oval, mit abgerundeten Polen, nicht flach, sondern die Dicke ist größer als die Breite. Die versenkte Fläche höckerig und stark konvex, die freie Fläche ist höckerig aber mäßig konvex, und nimmt die ganze Breite, aber nur drei Viertel der Länge des Organes ein, so daß beide Pole versenkt sind. Das linke Haupt-Ek. ist längs-oval, hat einen abgerundeten und einen zugespitzten Pol, ist nicht platt, sondern dicker als breit, die versenkte Fläche ist leicht höckerig und stark konvex, die freie ebenfalls leicht höckerig und weniger konvex und nimmt die ganze Länge und Breite des Ek. ein. Von den akzessorischen Ek. waren 2 lang-, 2 kurz-oval und flach, das 5. fast kugelig. Die Photogramme der Modelle siehe Taf. VII, Fig. 21 *o*.

Das Volumen der Wachsmodelle betrug:

rechtes Haupt-Ek.	455·89 cm^3
linkes »	389·69 cm^3
1. akzessorisches Ek.	8·40 cm^3
2. » »	5·13 cm^3
3. » »	2·09 cm^3
4. » »	0·94 cm^3
5. » »	0·34 cm^3
Zusammen . . .	862·48 cm^3.

Das Volumen der Haupt- samt akzessorischen Ek. selbst, auf 100 g Körpergewicht des Tieres bezogen, beträgt demnach 629·55 dmm^3, wovon auf die akzessorischen 12·33 dmm^3 entfallen. Die Zahl 629·55 wäre vielleicht um ein Fünftel kleiner ausgefallen, wenn nicht das Tier zum Schluß marantisch geworden wäre; doch lassen wir die Zahlen als solche stehen, da vermutlich auch die Ek.-Vergrößerung bedeutender ausgefallen wäre, wenn sich nicht Marasmus eingestellt hätte.

Histologischer Befund.

Haupt-Ek. Beide Haupt-Ek. liegen regulär in der Schilddrüse, aus der sie etwas konvex emporragen. Entsprechend der tiefsten Stelle der Ek. sind die Schilddrüsenfollikel deutlich komprimiert. Die Ek.-Kapsel ist zart und gefäßführend Die Ek. sind in allen Teilen gleichmäßig, sehr deutlich, wenn auch nur mäßig hypertrophisch und hyperplastisch. Die Alveolen sind deutlich vergrößert, die zarten Stromasepta enthalten noch wenig fibrilläres Gewebe und mittelgroße wenig gefüllte Gefäße. In den Alveolen sind die Zellen vermehrt, vergrößert, ihr Kern oval, größer, mit deutlicher Chromatinstruktur, ihr Protoplasma reichlicher, deutlich eosinrot. Mitosen sind nachweisbar, aber noch spärlich. Die die Epithelmasse durchziehenden Stromakerne sind stellenweise spärlich, stellenweise zahlreicher, die ihnen entsprechenden Kapillaren aber zahlreich und gut gefüllt. Die Alveolarbreite beträgt nach 25 Messungen 90·9 μ im Durchschnitt, 160 μ maximal, 32 μ minimal.

Die akzessorischen Ek. beteiligen sich schon, wenn auch nicht überall gleichmäßig, an der typischen rachitischen Veränderung. Die Alveolen sind durchschnittlich etwas vergrößert, stellenweise so groß wie im normalen Haupt-Ek. Die Epithelzellen sind zahlreicher, größer, namentlich protoplasmareicher, die Kerne größer, heller. Der Kernreichtum der Stromasepta hat schon deutlich abgenommen. Liegen normale und veränderte Parenchymteile desselben Ek. nebeneinander im Schnitte vor, so fallen letztere nicht nur durch die größeren Alveolen, sondern auch durch den helleren Farbenton auf, der seinen Grund in der Protoplasmavermehrung und dem damit einhergehenden weiteren Auseinanderliegen der Kerne hat. Die Alveolarbreite wurde 1. an einem akzessorischen Ek. in der Thymus, 2. an dem in der Schilddrüse gelegenen gemessen. Am letzteren sind die Maße, wie zu erwarten war, etwas größer.

1. 23 Messungen, 20·6 μ Durchschnitt, 32·5 μ Maximum, 12·5 μ Minimum.
2. 18 » 23·5 μ » 45·0 μ » 12·5 μ »

* * *

Fall 22. Bei der Obduktion wurden die Ek. aus Schonung für das nicht mehr frische Präparat gar nicht aufgesucht. Mikroskopisch aber fanden sie sich an typischer Stelle, sie liefen durch 42, beziehungsweise 36 Schnitte der Serie. Akzessorische Ek. wurden nicht gefunden.

Die Form der Ek. war nach den Wachsmodellen die folgende: Das rechte Haupt-Ek. ist längs-oval, flach, die Pole abgerundet; die versenkte Fläche ist grob-höckerig und stark konvex, die freie ist glatt, fast ganz platt und nimmt die ganze Länge und Breite des Organes ein. Das linke Haupt-Ek. ist längs-oval, flach, die Pole abgerundet, eine Kante etwas zugeschärft. Die versenkte Fläche ist leicht höckerig und stark konvex, die freie ist glatt, flach-höckerig und nimmt die ganze Breite aber nur vier Fünftel der Länge ein, so daß ein Pol versenkt ist. Dafür greift sie am anderen Pol um ein Fünftel der Länge auf die versenkte Fläche über und gerade an diesem Pol liegt zwischen beiden Flächen eine recht tiefe Furche, so daß dieser deutlich pilzförmig aus der Schilddrüse herausragt. Das Photogramm der Wachsmodelle siehe Taf. VII, Fig. 21 *l*.

Das Volumen der Wachsmodelle:

rechtes Haupt-Ek.	213·12 cm^3
linkes »	260·48 cm^3
Zusammen . . .	473·60 cm^3.

Demnach beträgt das Volumen der Ek. selbst, auf 100 g Körpergewicht des Tieres berechnet, 648·77 dmm^3.

Histologischer Befund.

Beide Ek. liegen regulär in der Schilddrüse und buchten sich in manchen Schnitten deutlich konvex aus der Schilddrüse vor. Das linke quillt mit einem pilzförmig überhängenden Rand aus der Schilddrüse heraus, was in lebhafter Weise an den Fall 20 erinnert, nur daß hier alle Dimensionen viel kleiner sind. Dieses Ek. ist auch das größere von beiden. Diese Formbeschaffenheit spricht dafür, daß dieses jetzt nur mäßig vergrößerte Organ ehedem beträchlich vergrößert gewesen sein muß, jetzt aber im Rahmen des allgemeinen Marasmus sich sekundär verkleinert hat. Die rachitische Hyperplasie ist übrigens histologisch auch jetzt noch deutlich zu sehen. Die Ek.-Kapsel ist stark ausgeprägt und führt deutlich fibrilläres Gewebe. Ob die Schilddrüsenfollikel Kompressionserscheinungen aufgewiesen hatten, läßt sich nicht mehr feststellen, da mit Ausnahme der großen, superfiziellsten Follikel die Epithelzellen aus ihrem Verbande gelöst, das Protoplasma nicht mehr sichtbar, die Kerne klein, dunkel, lose sind, mit einem Worte, es besteht das typische Bild kadaveröser Veränderung der Schilddrüse. Das Ek.-Gewebe selbst ist nicht so arg in Mitleidenshhaft gezogen, man sieht noch ganz klar, daß ihre Alveolen vergrößert sind, das Stroma bald mäßig, bald schwach entwickelt. Die Blutgefäße nur selten mäßig gefüllt. In den vergrößerten Alveolen sind die Epithelzellen deutlich vermehrt und ihre Masse nur von wenigen Stromakernen durchzogen. Die Größe der Epithelzellen ist gering, der Kern öfter rund als oval, dunkel, ohne Chromatinstruktur, das Protoplasma dürftig und dunkel gefärbt, nur stellenweise etwas reichlicher und heller. Mitosen fehlen. Es handelt sich somit um eine deutliche rachitische Veränderung des Ek., von der infolge des allgemeinen Marasmus nur noch die Hyperplasie übrig geblieben ist. Breite der Alveolen: 23 Messungen, 98·1 μ Durchschnitt, 192 μ Maximum, 48 μ Minimum.

* * *

Fall 23. Bei der Obduktion schienen die Ek. nicht besonders groß zu sein. Histologisch fanden sich außer den beiden Haupt-Ek. auch noch 6 akzessorische, von denen 4 in und an der linken, 2 in der rechten Thymus lagen. Die Haupt-Ek. waren in 32, beziehungsweise 31 Schnitten enthalten, die akzessorischen in 11, 7, 5, 5, 4 und 4 Schnitten.

Die Form der Ek. war nach den Wachsmodellen die folgende: Das rechte Haupt-Ek. stark längs-oval mit einem abgerundeten und einem mehr spitzen Pol. Es ist nicht flach, sondern dicker als breit. Die innere Oberfläche ist leicht wellig, stark konvex, die freie leicht wellig, mäßig konvex und nimmt nur die halbe Breite und drei Viertel der Länge des Ek. ein, so daß sie sehr klein ist und beide Pole und eine Kante versenkt sind. Das linke Haupt-Ek. ist stark längs-oval, so dick als breit, also nicht platt, beide Pole etwas zugespitzt. Beide Flächen sind leicht wellig, die versenkte und freie gleich stark konvex, die freie nimmt von der Länge und Breite nur je ein Drittel des Ek. ein, ist also klein und ein Pol und eine Kante sind versenkt. Von den akzessorischen Ek. waren 4 oval und flach, eines oval und von kreisförmigem Querschnitt, eines fast kugelig. Das Photogramm der Ek. siehe Taf. VII, Fig. 21 k.

Das Volumen der Wachsmodelle betrug:

rechtes Haupt-Ek.	235·40 cm^3
linkes »	210·88 cm^3
1. akzessorisches Ek.	7·16 cm^3
2. » »	3·82 cm^3
3. » »	1·40 cm^3
4. » »	1·20 cm^3
5. » »	0·80 cm^3
6. » »	0·43 cm^3
Zusammen . . .	461·09 cm^3.

Es ergibt sich aus den Zahlen, daß das Volumen der Haupt- samt akzessorischen Epithelkörperchen selbst, auf 100 g Körpergewicht des Tieres bezogen, 569·25 dmm^3 betrug, wovon auf die akzessorischen 18·28 dmm^3 entfallen.

Histologischer Befund.

Haupt-Ek. Beide liegen regulär in der Schilddrüse und prominieren nicht über ihre Oberfläche. Ob die Schilddrüse Kompressionserscheinungen dargeboten hatte, läßt sich nicht mehr sagen, da die Form der Schilddrüsenfollikel infolge kadaverösen Zerfalls nicht mehr zu erkennen ist. Mit Ausnahme der großen peripherstenSchilddrüsenfollikel zeigen alle eine vollständige Auflösung des Zellverbandes, einen molekulären Zerfall des Protoplasmas und kleine dunkle, wie freischwebende Kerne.

Die Ek.-Kapsel ist stellenweise zart, stellenweise deutlich fibrillär und dicker. An der versenkten Ek.-Oberfläche sieht man ein interessantes Bild. Das Ek. ragt mit flachen Vorwölbungen in das Schilddrüsenparenchym vor und in der Vertiefung zwischen 2 solchen Vorwölbungen liegt ein größeres Gefäß. Das Bild ist so zu verstehen, daß das Ek., das wir sofort als rachitisch-hyperplastisch erkennen werden, bei seinem Bestreben, sich zu vergrößern, an größeren Gefäßen in der Schilddrüse ein Hindernis fand und von ihnen Einschnürungen davontrug. Es ist das ein schönes Illustrationsfaktum für die Vergrößerung des Ek., die jetzt, im Rahmen des allgemeinen Marasmus, partiell wieder einen Rückgang erfahren hat, denn es ist von der ehemaligen rachitischen Veränderung nur noch die Hyperplasie, nicht aber die Hypertrophie zu sehen. Im Ek. sind die Alveolen durchwegs weit größer als normal und sie müssen seinerzeit, bevor es zur Zellverkleinerung kam, noch weit größer gewesen sein. Die Alveolarsepta sind dicker als normal, enthalten oft recht viele Bindegewebsfibrillen, aber selten ein gut gefülltes Gefäß. In den Alveolen sind die Zellen stark vermehrt und zwischen ihnen gibt es nur wenige Stromakerne. Die Zellen sind klein, ihr Kern dunkler, mit schwach sichtbarer Chromatinstruktur, das Protoplasma sehr wechselnd, bald mäßig entwickelt und hell, bald so minimal, daß die Kerne aufs dichteste zusammenliegen. — Mitosen fehlen. Die Breite der Alveolen; 23 Messungen, 112 μ Durchschnitt, 160 μ Maximum, 64 μ Minimum.

Die akzessorischen Ek. sind alle gleich gebaut, zeigen wie die Haupt-Ek. deutliche Hyperplasie, aber die Zellen sind atrophisch. Die Alveolen wesentlich vergrößert, die Stromasepta schmal und arm an Stromakernen, in den Alveolen die Epithelzellen vermehrt, ihre Kerne klein, bald hell, bald dunkel, ohne Chromatinstruktur, länglich oder rund, das Protoplasma sehr spärlich, so daß die Kerne dicht zusammenstehen, die Kapillaren leer. Die Breite der Alveolen: 14 Messungen, 29·6 μ Durchschnitt, 52·5 μ Maximum, 20 μ Minimum.

B. Größe und histologische Beschaffenheit der Epithelkörperchen rachitischer Tiere.[1]

Wir haben gehört, daß bei den normalen Tieren die Haupt-Ek. an der Grenze der makroskopischen Wahrnehmbarkeit stehen, indem sie entweder gar nicht oder nur als winzige Pünktchen erscheinen. Der normale Fall 1, bei dem sie aber bequem sichtbar waren, ist eventuell auf überstandene Rachitis verdächtig. Unter den Rachitistieren gab es keinen Fall, bei dem die Haupt-Ek. mit freiem Auge ganz unsichtbar gewesen wären, wobei aber ihre Größe schon für das freie Auge außerordentlich schwankte. Es schienen die Ek. bei der Obduktion 2 mal nicht vergrößert zu sein (Fall 9, 21), 2 mal ein wenig (Fall 10, 23), 2 mal mäßig vergrößert (Fall 13, 14 rechts), 6 mal schon mehr als mittelgroß (Fall 11, 12, 19 und eines der Ek. der Fälle 14. 15, 17), 2 mal stark oder sehr stark vergrößert (Fall 16, 17 links), und 3 mal wurden die Ek. bei der Obduktion als besonders stark, fast monströs vergrößert bezeichnet (Fall 18, 20, 15 links).

Nimmt man sich die Mühe, diese Angaben mit den beim Messen gewonnenen Zahlen zu vergleichen, so kommt man zu dem Resultate, daß die autoptischen Angaben nicht immer mit den Zahlen harmonieren, was ja bei einem Organ ganz begreiflich ist, das nur mit einem kleinen Teil seiner Oberfläche an der Schilddrüsenoberfläche frei zutage liegt; dabei variiert noch diese Lage bis zu einem solchen Grade, daß das Ek. auch ganz außerhalb der Schilddrüse liegen kann. So zum Beispiel waren nach den Messungen die Ek. im Falle 15 schon sehr erheblich vergrößert, das linke etwas kleiner als das rechte; trotzdem heißt es im Obduktionsprotokoll, das linke Ek. sei gewaltig vergrößert, das rechte aber mittelgroß. Die Ursache dieser falschen Beurteilung ist darin zu suchen,

[1] Dieser Abschnitt wurde auszugsweise September 1913 in der pathologisch-anatomischen Sektion der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Wien von meinem Chef Herrn Hofrat Prof. Weichselbaum vorgetragen.

daß mikroskopisch das linke Ek. sich als in toto außerhalb der Schilddrüse liegend erwies, während das rechte, wie normal, in die Schilddrüse versenkt war. Andere Male ist für die unrichtige makroskopische Beurteilung kein so klarer Grund auffindbar. Wir kommen also zu dem Resultate, daß die autoptische Beurteilung der Ek.-Größe keinen Anspruch auf Verläßlichkeit hat, aber immerhin einen gewissen Einblick in die rachitische Ek.-Vergrößerung zu gewähren vermag. Die einzig verläßliche Art der Größenbestimmung der Ek. ist die einleitend beschriebene.

Ein Blick auf die Fig. 21 (Taf. VII) genügt, um sich vorerst davon zu überzeugen, daß bei Rachitis das absolute Volumen der Ek. (*i—x*) bedeutend größer ist als beim normalen Tier (*a—h*). Vielleicht noch lehrreicher in dieser Hinsicht ist der Vergleich der Schnittbilder normaler Fälle (Fig. 1, 2, Taf. VIII) mit denen rachitischer (Fig. 3 bis 6, Taf. VIII).

In der folgenden Tabelle sind die Tiere nach ihrem Körpergewicht geordnet und zu jedem ist die absolute Größe des gesamten Ek.-Apparates (Haupt- plus akzessorische Ek.), in Kubikdezimillimetern ausgedrückt hinzugefügt.

Fall	Körpergewicht *g*	Ek.-Volumen *dmm³*
22	73	473
23	81	461
9	84	257
19	122	823
21	137	862
13	143	550
10	153	1287
15	155	2996
11	160	2082
14	171	1443
18	179	5719
20	192	5272
17	202	3163
16	207	3122
12	244	3720

Wir haben bei unseren normalen Tieren gesehen, daß mit dem Körpergewicht auch das Ek.-Volumen fast gleichmäßig ansteigt. Die vorstehende Tabelle zeigt, daß dies bei den Rachitistieren nur ganz beiläufig der Fall ist, von einem gleichmäßigen Anstieg des Ek.-Volumens mit dem Körpergewicht ist aber keine Rede. Es kommt das daher, daß die normalen Tiere, bis auf das Körpergewicht, einander vollkommen gleichwertig waren, während die Rachitistiere nicht nur in ihrem Körpergewichte sich voneinander unterscheiden, sondern auch darin, daß bei ihnen Rachitis von sehr verschiedener Intensität und Dauer besteht und die Rachitis von eminentem Einfluß auf die Ek.-Größe ist. Es macht sich also bei den Rachitistieren ein größerer Komplex von Faktoren geltend, die von Einfluß auf die Ek.-Größe sind.

Wenn wir die erste Hälfte der Tabelle (bis Fall 10), die die leichtesten, also jüngsten Tiere enthält, mit der zweiten (von Fall 15) vergleichen, die die schwersten, also ältesten Tiere enthält, so sehen wir, daß bei den ersteren auch das Ek.-Volumen durchwegs geringer ist als bei den letzteren, aber innerhalb jeder Hälfte ist von einem regelmäßigen Anstieg des Ek.-Volumens mit dem Alter keine Rede. Es ist klar, daß im großen Ganzen auch bei Rachitis die Ek. bei jüngeren Tieren kleiner sind als bei älteren.

Dafür sind die 2 folgenden Faktoren maßgebend: Bei den älteren Tieren ist die Möglichkeit einer längeren Dauer der Krankheit, also einer bedeutenderen Vergrößerung der Ek. eher gegeben als bei

den jüngeren; ferner tritt das größere Tier in die Rachitis schon mit größeren Ek. ein, so daß auch das Ausgangsmaterial für die rachitische Hyperplasie und Hypertrophie der Ek, größer ist.

Es galt an der Hand der Tabelle zu zeigen, daß auch bei den Rachitisfällen das Körpergewicht, also das Alter des Tieres, nicht ohne Einfluß auf die Ek.-Größe ist, daß es darum nötig war, diesen Faktor zu eliminieren, um den Einfluß des anderen Faktors, der Rachitis, umso klarer zu erkennen. Es geschah dies so, daß für jedes Tier die relative Größe des gesamten Ek-Apparates berechnet, das heißt, eruiert wurde, wieviel Kubikdezimillimeter Ek.-Substanz auf 100 *g* Körpergewicht kommen.

Diese relative Ek.-Größe ist im Diagramm XXVI, Tafel X zusammengestellt, aus dem zunächst zu ersehen ist daß bei den Rachitistieren die relative Größe des Ek. ausnahmlos das Normalmaß übersteigt und in sehr weiten Grenzen schwankt, während sie bei den normalen in kaum nennenswertem Grade variiert. Selbst wenn wir den Fall 1, von dem schon mehrfach die Rede war, zu den ganz normalen Fällen rechnen, so haben wir bei diesen eine Schwankung der Ek.-Größe zwischen 133 und 267 dmm^3, also mehr als ums dreifache, bei Rachitis zwischen 306 und 3195 dmm^3, also mehr als ums zehnfache. Da diese Zahlen die relative Größe der Ek. darstellen, ist die Körpergröße ohne Einfluß auf sie, und die unvergleichlich viel größere Schwankung bei Rachitis kann von nichts anderem als vom Grad und der Dauer der Rachitis abhängen.

Wie wir später hören werden, haben wir uns den Zusammenhang zwischen Rachitis und Ek. so vorzustellen, daß die Ek.-Vergrößerung eine Folge und nicht die Ursache der Rachitis ist, ähnlich wie die Hypophysenvergrößerung eine Folge der Schwangerschaft ist. Ferner haben wir uns vorzustellen, daß die Ek.-Vergrößerung zeitlich dem Beginn der Kalkstoffwechselstörung folgt, während der ganzen Dauer des Bestandes dieser Kalkstörung immer mehr zunimmt und daß mit der Heilung der Rachitis auch ein Rückgang der Ek.-Vergrößerung einhergeht, ohne daß wir ganz sicher sagen könnten, ob dieser Rückgang mit dem Beginn oder der Beendigung der Rachitisheilung einsetzt.

Es folgt schon daraus, daß wir nicht erwarten können, daß im Diagramm XXVI, in dem die Fälle nach der relativen Größe ihres Ek.-Apparates zusammengestellt sind, mit dem Anstieg der Ek.-Größe auch der Grad der Rachitis absolut gleichmäßig ansteigen werde. Dieser ist eben nicht allein für die Ek.-Vergrößerung maßgebend, sondern ebenso die Dauer und das Stadium der Rachitis. Wohl steht an erster Stelle des Diagramms einer der geringfügigsten Rachitisfälle (9), an letzter Stelle einer der höchstgradigen Rachitisfälle (18); aber der Fall 12, bei dem die Kalkstörung nach dem Osteoidmaß in der Rippe und dem Fibulacallus zu urteilen, derzeit sehr geringgradig ist, weist ein mehr als doppelt so großes relatives Ek.-Volumen auf als der Fall 19 (1524 gegen 669 dmm^3), der nach dem Rippen- und Callusbild durch den höchsten Grad der Kalkstörung ausgezeichnet ist. Die Ursache ist einfach die, daß nach dem Rippenbilde der Fall 12 eine schon ganz alte, in Heilung begriffene Rachitis ist, der Fall 19 aber eine viel jüngere Erkrankungsdauer aufweist. In dieser Hinsicht steht Fall 21, der zu den schwersten Rachitisfällen gehört, noch mehr gegen den Fall 12 zurück; von seiner erst sehr kurzen Dauer haben wir in der Tat ganz genaue Kenntnis. Dies eine Beispiel möge zur Erklärung genügen, warum im Diagramm XXVI die Fälle nicht nach dem Grade der Rachitis ansteigen, sondern in der Hinsicht regellos aneinander gereiht sind.

Bemerkenswert ist ferner, daß der Marasmus des Falles 21 und namentlich der Fälle 22 und 23 nicht vermocht hat, die relative (Diagramm XXVI) und sogar die absolute Ek.-Größe (Tabelle) zur Norm herunterzudrücken; beim Fall 22, bei dem der Marasmus dazu geführt hat, daß in der Rippe die Rachitis fast völlig unkenntlich war, bei dem aber erst die Backenzähne eine vor Eintritt des Marasmus bestandene erhebliche Rachitis verrieten, war die absolute (und relative) Ek.-Größe etwa doppelt so groß als beim nicht marastischen, aber geringgradig rachitischen Tier 9.

Wie viel mehrsagend die relative Ek.-Größe gegenüber der absoluten ist, leuchtet nebenbei gerade bei diesem Falle 9 besonders klar ein, bei dem nach den absoluten Maßen die Ek. als nicht gegen die Norm vergrößert bezeichnet werden müssen (vgl. *i* mit *h* in Fig. 21, Taf. VII), während die relative Größe das Normalmaß übersteigt.

Die Fig. 3 bis 6 (Taf. VIII) zeigen uns, daß auch bei Rachitis die Ek. zumeist ebenso in die Schilddrüse eingebettet sind, wie in den normalen Fällen und daß die Kapsel auch hier äußerst zart ist und trotzdem das Ek. vom Schilddrüsenparenchym vollkommen scharf abgrenzt. Zumeist ist die Kapsel so zart wie ein Septum zwischen zwei Schilddrüsenfollikeln und nur ausnahmsweise etwas stärker, so daß man in ihr sogar eosinrotes, fibrilläres Gewebe wahrnehmen kann.

Während bei den normalen Fällen die dem Ek. anliegenden Schilddrüsenfollikel in der Regel rundlich sind wie an anderen Stellen (Fig. 1, Taf. VIII) und Kompression der Schilddrüsenfollikel zu ovalen Formen nur selten und in geringem Grade und überdies aus dem schon erwähnten Grunde nur an der unteren Fläche des Ek. vorkam (Fig. 2, Taf. VIII), verhält es sich bei den Rachitisfällen darin folgendermaßen: Hier fehlen Kompressionserscheinungen nur ausnahmsweise, und zwar unr bei Fällen (9, 13), in denen die Ek.-Vergrößerung ein gewisses bescheidenes Maß nicht überschritten hat (Fig. 3, Taf. VIII). In allen anderen Fällen aber waren die Schilddrüsenfollikel komprimiert, und dies war ums omehr der Fall, je bedeutender die Ek.-Vergrößerung war (Fig. 4 bis 6, Taf. VIII) die ja die Ursache der Kompression ist. So zum Beispiel war in den Fällen, in denen die absolute Ek.-Größe schon recht namhaft war (Fall 19, 21, 10, 14, 11), ausnahmslos Kompression vorhanden, aber diese beschränkte sich allein auf jene Schilddrüsenfollikel, die unter dem Ek.lagen (Fig. 4, Taf. VIII). Dies hängt, wie schon bei den normalen Ek. ausgeführt, vom indirekten Muskeldruck ab (Fig. 4). Bei den Fällen mit maximaler Ek.-Vergrößerung erreichte auch die Schilddrüsenkompression den höchsten Grad (Fig 5, 6, Taf. VIII), die Follikel unter und auch neben dem Ek. wurden nicht nur zu ovalen Formen verunstaltet, sondern ihr Lumen war durch Kollaps zum Teil vollständig verschwunden, sie lagen konzentrisch um das Ek. herum in vielen Schichten übereinander und die Kompression griff zuweilen so sehr in die Tiefe, daß sie sich bis zu der der Trachea anliegenden Schilddrüsenoberfläche erstrecken konnte (Fall 15 rechts).

Trifft das Ek. bei seiner Expansion in der Schilddrüse auf ein größeres Gefäß, so erhält es an der Oberfläche eine Einschnürung von dem sich ihm in den Weg stellenden Gefäß. Wenn aber, wie dies zuweilen der Fall war (siehe unten), das Ek. abnormer Weise schon vor dem Eintritt der Rachitis zum größten Teil außerhalb der Schilddrüse lag, so war die Kompression der Follikel trotz sehr bedeutender (Fall 15, links) oder selbst maximaler Ek.-Vergrößerung (Fall 18) gering. In solchen Fällen spielt sich eben die Ek.-Vergrößerung zum größten Teil außerhalb der Schilddrüse ab, während der für die Follikelkompression maßgebende intrathyreoideale Ek.-Teil nur gering ist. Es kommt dazu, daß in den zwei genannten Fällen die Ek. der Schilddrüse an ihrem oberen, beziehungsweise unteren Pole anlagen, wo der Muskeldruck nicht so stark einwirkt wie auf die Stelle, wo das Ek. normaliter liegt.

So wie die Schilddrüsenfollikelkompression so geht mit der Ek.-Vergrößerung ein immer stärkeres Hervorquellen des Ek. aus der Schilddrüse Hand in Hand. In Fällen mit geringgradiger Ek.-Vergrößerung liegt das Ek. wie bei den normalen Fällen noch im Niveau der Schilddrüse (Fig. 3, Taf. VIII), bei stärkerer Vergrößerung hebt es, wenn es stark versenkt ist, das Schilddrüsenniveau empor (Fig. 4, 6, Taf. VIII) oder prominiert über dasselbe (Fig. 5, Taf. VIII), wobei es den entgegenwirkenden Muskeldruck zu überwinden hat. In höchstem Grade liegt dieses Herausquellen der Ek. aus der Schilddrüse im Falle 20 vor (Fig. 6, Taf. VIII), wobei sie mit einem namhaften Teil ausgetreten sind, der mit pilzförmig überhängendem Rande von den Muskeln an die Schilddrüsenfläche angepreßt wird. In dem mit Marasmus kombinierten Rachitisfalle 22 bestand, wenn auch in kleineren Dimensionen, ein ähnliches Verhalten wie in Fig. 6, obwohl hier die absolute Ek.-Größe infolge des Marasmus zu den geringsten der Rachitisreihe gehört. Das pilzförmige Hervorquellen deutet aber auf eine vor Eintritt des Marasmus bestandene sehr bedeutende Ek.-Vergrößerung hin.

In jenen Fällen, in denen das Ek. fast vollständig außerhalb der Schilddrüse liegt, nur mit einem kleinen Teil der Oberfläche mit ihr am oberen oder unteren Pol in Kontakt steht (Fall 15, 18) oder zur Schilddrüse in gar keiner Beziehung mehr steht, sogar hinten am Pharynx liegt (Fall 16), handelt es sich aber nicht um die Folge rachitischer Ek.-Vergrößerung, sondern um eine kongenitale Lageanomalie, welche nur zufällig sich bei keinem unserer Kontrolltiere fand, aber aus früheren Erfahrungen uns wohl bekannt ist.

Nach den Wachsmodellen beurteilt (Taf. VII, Fig. 21 *i—x*) ist die Form der vergrößerten Ek. bei Rachitis mehr gedrungen, der Kugelform zustrebend. Den gleichen Eindruck hat man auch, wenn man Fig. 1, 2 mit Fig. 3 bis 6, Taf. VIII vergleicht. In der Mehrzahl ist freilich noch immer die längs-ovale Gestalt vertreten, doch ist sie schon oft mehr kurz-oval, nicht ganz so selten sogar ebenso lang als breit, einmal sogar quer-oval, das heißt breiter als lang. Ebenso sind die rachitischen Ek. zumeist noch etwas flach, das heißt breiter als dick, aber doch schon auch sehr oft nicht mehr flach, sondern dicker als breit oder mindestens ebenso dick als breit, während das normale Ek. so gut wie immer flach ist. Ferner sind die Pole fast immer abgerundet und viel seltener als normal etwas zugespitzt. Hingegen ist auch bei Rachitis die in die Schilddrüse versenkte Oberfläche in der Regel viel stärker konvex als die bloßliegende, wiewohl auch diese durch das Hervorquellen des Ek. öfter recht konvex sein kann (Fig. 6, Taf. VIII), und ebenso wie bei den normalen Tieren findet sich eine unebene mehr oder weniger wellige oder höckerige Beschaffenheit der Oberfläche häufiger an der versenkten als an der bloßliegenden Oberfläche, die wieder öfter glatt ist.

Größere Auswüchse, Vorsprünge und Fortsätze finden sich sogar ausschließlich auf der versenkten Oberfläche, ebenso seichte und tiefe Furchen an der versenkten Fläche viel häufiger als an der bloßliegenden und überhaupt häufiger als beim normalen Tier. Zum Teil rühren diese Furchen von größeren Gefäßen her, an denen das sich vergrößernde Ek. ein Hindernis findet. Von besonderem Interesse aber waren jene bald seichter, bald aber sehr tief einschneidenden Furchen, welche genau an der Grenze zwischen der versenkten und bloßliegenden Oberfläche liegen (Taf. VIII, Fig. 6, Taf. VII, Fig. 21 *w*, rechts) und ihren Grund darin haben, daß das Ek. beim Herausquellen seines pilzförmigen Anteiles aus der Schilddrüse eine Einschnürung erfährt. Insgesamt war dieser Befund an 6 Ek. zu konstatieren.

So wie bei den normalen so ist auch bei den Rachitisfällen die versenkte Oberfläche größer als die freiliegende und diese wird durch ein tieferes Versenken eines Poles oder seltener einer Kante noch verkleinert oder durch das Emportauchen eines Poles oder einer Kante vergrößert.

* * *

Der alveoläre Bau der Ek, ist auch bei Rachitis gewahrt (Taf. VIII, Fig. 3 bis 6). Nur in einem Falle war der Bau mehr kompakt und die solide Epithelmasse von Stromasepten durchzogen. Die durchschnittliche Größe der Alveolen ist ausnahmslos in jedem Falle in ganz spezifischer Weise gegen die Norm vermehrt (Diagramm XXVIII, Tafel XI, vgl. Fig. 3 bis 6 mit 1 und 2). Während normaliter dieses Maß zwischen 22·1 und 26·7 μ schwankt, bewegt es sich bei Rachitis zwischen 32·9 und 201 μ. Es bedeutet dies nicht nur eine enorme Vergrößerung der Alveolen, sondern auch eine bedeutende Schwankung dieses Maßes von Fall zu Fall, was bei den normalen Tieren kaum der Fall ist. Da mit der Vergrößerung des Ek. auch eine Vergrößerung der Alveolen Hand in Hand geht, so besteht zwischen dem Diagramm XXVI und XXVIII eine große Ähnlichkeit. So steht auch im Diagramm XXVIII der leichteste Rachitisfall 9 an erster, der höchstgradige Fall 18 an letzter Stelle und die zwar schwersten aber jungen Rachitisfälle 21 und 19 befinden sich unter den niedrigeren Zahlen, während der nur mäßige aber alte Rachitisfall 12 unter den höchsten Zahlen steht.

Der Vergrößerung der Alveolen liegt eine spezifisch rachitische Vermehrung der die Alveole erfüllenden Epithelzellen (vgl. Fig. 1, 2 mit 3 bis 6 und Fig. 8 mit 16 und 18) zugrunde und diese Vermehrung erreicht in schwereren Rachitisfällen ganz exzessive Grade. Daß die Epithelzellen noch überdies erheblich hypertrophisch sind, werden wir weiter unten sehen. Die spezifisch rachitische Veränderung der Ek. beruht eben auf Hyperplasie und Hypertrophie. Während in der Textfig. 8, die einem normalen Ek. entnommen ist, eine ganze Anzahl von Alveolen enthalten ist, fassen die viel größeren Textfig. 16 und 18, die rachitischen Ek. entnommen sind, nur Bruchteile von Alveolen.

Bemerkenswert ist es, daß selbst in den mit Marasmus kombinierten Fällen die Alveolargröße noch immer um das 3 bis 4fache das normale Maximum übertrifft, wiewohl bei ihnen die Zellhyper-

trophie vollständig verschwunden ist; die Hyperplasie ist aber noch sehr stark ausgesprochen. Auch bei der Schwangerschaftsvergrößerung der Hypophyse schwindet im Puerperium als erstes die Hypertrophie, während die Hyperplasie noch sehr lange persistiert.

So wie bei den normalen so findet man auch bei den rachitischen Ek. sehr häufig, daß nahe der freien Oberfläche die Alveolen viel kleiner sind als im übrigen Teil des Ek. (Fig. 3 bis 5 *kl*). Im Falle 16, wo die Ek. ganz außerhalb der Schilddrüse lagen, waren die kleinen Alveolen rings an der ganzen Peripherie zu finden. Diese kleinen Alveolen sind bald nur weniger vergrößert als die anderen (Fig. 5 *kl*), bald aber gar nicht vergrößert (vgl. Fig. 1 *ek* mit 3 *kl*). In den Fällen (11 bis 13 und 17 bis 19), in denen die Kleinheit dieser Alveolen gegenüber den anderen besonders auffallend war, wurden diese für sich allein gemessen. Dabei zeigte es sich, daß ihre Größe zwischen 18·6 und 29·6 μ schwankt, was ungefähr die durchschnittlichen Maße der normalen Ek. sind. Auf alle Fälle nahm die kleinalveoläre Partie nur einen kleinen Teil des gesamten Ek. ein (Fig. 3), zuweilen nur ein schmales, superfizielles Streifchen (Fig. 4, 5) und nur im Falle 12 etwa das halbe Organ.

Es ist schwer zu sagen, warum die superfiziellsten Alveolen die Hyperplasie und Hypertrophie erst später durchmachen. Zu denken wäre daran, daß das Ek. mit Gefäßen hauptsächlich, wenn auch nicht ausschließlich von unten her, nämlich vom Schilddrüsengewebe aus versorgt wird, ferner auch daran, daß der Muskeldruck, die aus der Schilddrüse herausstehenden superfiziellsten Ek.-Teile ischämisch macht. Zum Schluß erlangen aber auch die oberflächlichsten Ek.-Teile die pathologische Steigerung der Alveolargröße, wie man das in Fig. 6 sehen kann.

Das Stroma verhält sich im superfiziellen, kleinalveolären Anteil anders als im großalveolären. An ersterer Stelle ist das Verhalten so ähnlich wie normal, das heißt, die Septen sind relativ dick, weisen aber keine deutlichen Fibrillen auf, hingegen viele Stromakerne. Im großalveolären Anteil jedoch sind die Septa (Fig. 6 und 18 *S*) viel dicker als normal und enthalten bald mehr bald weniger viel eosinrote Bindegewebsfibrillen, die im normalen Ek. nur ausnahmsweise anzutreffen sind. Nur in Fällen mit nicht maximaler Ek.-Vergrößerung kann man zwischen den vergrößerten Alveolen auch Septen von normaler Zartheit vorfinden.

Während in den zarten Septen nur Kapillaren liegen, welche meist wenig gefüllt oder leer sind, findet man in den dickeren Septen des großalveolären Anteiles (Fig. 16 *G*) so gut wie immer große Blutgefäße, die aber nur selten einigermaßen gut, meist wenig gefüllt sind. Die schlechte Füllung der Ek.-Gefäße überhaupt steht in auffallendem Gegensatze zum guten Füllungszustande der Schilddrüsengefäße im gleichen Schnitt und hat zur Folge, daß die Ek. makroskopisch weiß gegenüber der roten Schilddrüse erscheinen.

Die Epithelzellen sind, abgesehen von der oft sehr bedeutenden Vermehrung, in der Regel auch ganz deulich hypertrophisch (vgl. Fig. 8 mit 16 und 18). Im Falle 9 und 16 war aber die Zellvergrößerung gering und in beiden Marasmusfällen waren die Zellen sogar sehr klein, atrophisch, was natürlich ein sekundärer Zustand ist. Nicht vergrößert waren ferner die Epithelzellen zuweilen in den superfiziellen, kleinalveolären Anteilen der Ek. Im Falle 20 hingegen fand sich am Ek.-Rande eine Partie mit etlichen Alveolen (Fig. 19), in denen die Epithelzellen in so monströser Weise vergrößert waren, daß sie den normalen Epithelkörperzellen völlig unähnlich geworden waren.

Die Kerne sind wie unter normalen Umständen oval und hell, aber entschieden größer als normal (Fig. 16, 18); die Chromatinstruktur und Kernkörperchen sind zumeist deutlich zu sehen (Fig. 16), andere Male ist etwas weniger Chromatin vorhanden. In den klein alveolären Ek.-Teilen sind auch die Kerne kleiner und dunkler, zuweilen ohne deutliche Chromatinstruktur. Die Neigung der Kerne, Randpalisaden zu bilden, ist ganz geschwunden, doch liegen die Kerne am Rande der mächtig vergrößerten Alveolen wegen der Protoplasmaarmut der randständigen Zellen viel dichter zusammen (Fig. 16, 18), sind hier sogar zuweilen auch kleiner und dunkler und daher kommt es, daß bei schwacher Vergrößerung die großen Alveolen wie dunkel umsäumt sich ausnehmen. Das ist in Fig. 4 schon

angedeutet, in Fig. 5 und 6 aber sehr deutlich wahrnehmbar. In den Marasmusfällen sind die Kerne verkleinert, dunkel und neigen vielfach zu mehr rundlichen Formen.

Während unter den normalen Fällen nur in einem (Fall 7) zwei Mitosen nachgewiesen werden konnten, fehlten sie bei den Rachitistieren nur 4mal, darunter bei den 2 marantischen Tieren, ferner beim Tier 9 mit der leichtesten und beim Fall 16 mit allerdings schwerer Rachitis. Sonst waren in allen Fällen von Rachitis Mitosen nachweisbar (Fig. 16*m*), wenn auch in sehr verschieden großer Zahl. So wurde im Falle 19 nur eine Mitose gesehen und im Falle 17 waren sie in jedem Schnitt der Serie nachweisbar und so massenhaft, daß in einem Gesichtsfeld bei starker Vergrößerung ihrer 4 bis 5 gezählt werden konnten. Zwischen diesen Extremen gibt es alle Übergänge. Doch waren Mitosen meist reichlich und in schwereren Rachitisfällen (17, 18) fehlten sie selbst im kleinalveolären Anteil nicht. Sie standen meist im Stadium des Muttersternes, doch waren auch Tochtersterne nicht gerade selten nachweisbar. Die Anwesenheit von Mitosen ist der sichtbare Ausdruck der noch immer vor sich gehenden Hyperplasie.

Die Protoplasmamenge ist in der Regel vermehrt, so daß die Kerne weiter auseinander liegen als normal (vgl. Fig. 8 und 16); das Protoplasma ist deutlich eosinrot gefärbt, zuweilen sogar recht dunkel, so daß das Gesamtkolorit der Schnitte viel dunkler ist als im normalen Ek. (Fig. 16, 18). Zellgrenzen sind nicht zu sehen. Seltener ist das Protoplasma nicht vermehrt und hell, selbst wasserhell. Dies pflegt insbesondere im superfiziellen, kleinalveolären Anteil der Fall zu sein, der davon einen helleren Farbenton aufweist (Fig. 3 *kl*). Daselbst kommen ausnahmsweise auch scharfe Zellgrenzen vor. Dürftig ist selbstverständlich das Protoplasma in den Marasmusfällen, worin ein Ausdruck der Zellatrophie liegt.

Es ist klar, daß die oft riesenhaften Epithelmassen zur besseren Ernährung und Ausnützung des Parenchyms bei Rachitis viel öfter und in viel ausgiebigerem Maße von eingewachsenen Kapillaren durchzogen sein müssen als dies unter normalen Umständen der Fall ist. Da aber diese Kapillaren zumeist kollabiert sind, verrät sich ihre Anwesenheit nur daran, daß die Epithelmasse von den als dunkle Stromakerne imponierenden Kapillarendothelzellen durchzogen ist (Fig. 16, 18 *k*). Doch zeigt die Anwesenheit einiger roter Blutkörperchen in engster Nachbarschaft dieser Kerne, daß es sich um Kapillaren handle. Wenn auch die Epithelmasse nur von wenigen Stromakernen durchzogen ist, so kann trotzdem die Zahl der Kapillaren sehr bedeutend sein, so bedeutend, daß man sie nach den spärlichen Kernen nicht vermuten würde. In leichteren Rachitisfällen ist diese Capillareinwachsung bald spärlich, bald sehr reichlich, in schwereren Fällen aber durchwegs sehr reichlich. Sind die Kapillaren sehr zahlreich, so bilden sie ein Netz, das die große Epithelmasse in viele kleine Alveolen zerlegt. In den Fig. 16 und 18 ist dies aber noch nicht der Fall. Es scheint die Zellvermehrung der Vascularisation vorauszueilen und darum läßt sich aus der bereits erfolgten Zerlegung der großen Epithelmasse in kleinere Alveolen ein Schluß auf längeren Bestand der rachitischen Veränderung ziehen.

* * *

Wir gehen nun zur Besprechung der akzessorischen Ek. über. Wie unter den normalen so war auch unter den Rachitisfällen einer, in dem gar keine akzessorischen Ek. nachgewiesen werden konnten. Da dies ein hochgradig kachektisches Tier war, so liegt die Vermutung nahe, daß sich hier infolge marantischer Atrophie die akzessorischen Ek. der Wahrnehmung entzogen haben. Sonst waren akzessorische Ek. in jedem Falle zu finden. 2 waren in einem Falle, 3, 4, 5 und 6 in je zwei Fällen, 7 in drei Fällen, 8 und 14 in je einem Falle nachweisbar. Der letzterwähnte Fall (16), in dem sich 14 akzessorische Ek. fanden, muß als präexistente, kongenitale Zersprengung des ganzen Ek.-Apparates angesehen werden, womit die ebenfalls als Mißbildung aufzufassende extrathyreoideale Lage der Haupt-Ek. einherging. Selbst wenn wir von diesem Falle absehen, so ergibt die Berechnung, daß bei

Rachitis durchschnittlich 4·8, bei den normalen 1·9 akzessorische Ek. auf das Tier fallen, wobei bei den rachitischen die beobachtete Maximalzahl 8, bei den normalen nur 4 betrug. Es geht daraus klar hervor, daß bei Rachitis die akzessorischen Ek. mehr als doppelt so häufig gefunden worden sind als normal.

Da aber neue akzessorische Ek. bei Rachitis unmöglich erst auftreten können, so bleibt keine andere Möglichkeit der Erklärung als nur die, daß die akzessorischen Ek. bei Rachitis infolge ihrer, wie wir sofort hören werden, charakteristischen Vergrößerung unmöglich der Wahrnehmung entgehen können, was bei vielen unter ihnen, wenn sie, wie offenbar unter normalen Umständen, sehr klein sind, eben der Fall zu sein scheint.

Trotz der zuweilen sehr erheblichen Vergrößerung wurden die akzessorischen Ek. bei der Obduktion nicht gesehen, wiewohl sie in der Schnittserie manchmal mit freiem Auge wahrnehmbar waren. Die Ursache dafür ist der Mangel der genauen Kenntnis ihrer Lage. Wir sehen und erkennen ja mit freiem Auge auch das Haupt.-Ek. nur dann mit Sicherheit, wenn es an seiner typischen Stelle liegt.

Bei den Rachitistieren lagen die akzessorischen Ek. links etwas häufiger als rechts und die weitaus größte Mehrzahl an und in der Thymus und in ihrer Spitze. Nur in einem Falle lag eines am unteren Schilddrüsenpol und in dem schon erwähnten Falle 16, in dem sich 14 akzessorische Ek. fanden, lagen ihrer 6 neben der Schilddrüse und 3 von ihnen waren besonders groß.

Die Form der akzessorischen Ek. (Taf. VII, Fig. 21 *i—x*) war nach den Wachsmodellen in den meisten Fällen oval, nicht selten sogar kurz oval, ausnahmsweise sehr lang. Die Querschnittsfigur war fast immer flach, selten stärker abgeplattet noch seltener kreisförmig oder dreieckig. Die Pole waren bald abgerundet bald zugespitzt. Tiefere Einschnürungen waren selten. Ausnahmsweise hatte ein akzessorisches Ek. die Gestalt einer mehr oder weniger abgeflachten Kugel oder eines Tetraeders. Nur ganz selten war die Form ganz unregelmäßig, sogar bizarr (Fig. 7, Taf. VIII), wie man an 2 sehr großen akzessorischen Ek. der Fig. 21 *s*, Taf. VII sehen kann.

Schon ein Blick auf die Fig. 21 (*i—x*) belehrt uns, daß die akzessorischen Ek. bei Rachitis viel größer zu sein pflegen als in normalen Fällen. Im Diagramm XXVII, Tafel XI ist die relative Größe der akzessorischen Ek. zusammengestellt, und da ist zu sehen, daß bei Rachitis auf 100 *g* Körpergewicht mindestens 4·5 und höchstens 361 dmm^3 akzessorischen Ek.-Gewebes kommen. Diese höchste Zahl können wir unberücksichtigt lassen, denn sie gehört dem Falle 16 an, bei dem sich abnorm große Stücke und in ungewöhnlich großer Zahl von den Haupt-Ek. abgeschnürt haben. So wäre 98 dm^3 eigentlich die höchste Zahl.

Vergleichen wir die relative Größe der akzessorischen Ek. bei Rachitis mit denen bei den normalen Tieren, so sehen wir, daß erstere durchwegs bedeutender ist, wenn wir den normalen Fall 1 aus schon mehrfach erwähnten Gründen unberücksichtigt lassen. Es schwankt die relative Größe der akzessorischen Ek. in den verschiedenen Fällen fast um das 22fache, also bedeutend mehr als dies bei den normalen akzessorischen Ek. der Fall ist (8fach) und auch viel mehr als bei den rachitischen Haupt-Ek. (10fach). Die sehr bedeutende Schwankung in der Größe der akzessorischen Ek. auch bei Rachitis ist abermals ein Fingerzeig dafür, daß es rein Zufallssache ist, wie viele und wie große Ek.-Stückchen sich bei der Entwicklung vom Hauptorgane abschnüren.

Von der Willkürlichkeit des Zustandekommens der akzessorischen Ek. abgesehen, gilt für ihre Vergrößerung dasselbe wie für die Haupt-Ek. So finden wir im Diagramm XXVII unter den kleineren Zahlen entweder leichte oder zwar schwere aber kurzdauernde Rachitisfälle. Wenn wir das Diagramm XXVII in 2 Hälften teilen, in die erste mit geringen, in die zweite mit hohen Zahlen, so finden wir in der ersten Hälfte fast dieselben Fälle beisammen wie in der gleichen Hälfte des Diagrammes XXVI (rachitische Haupt-Ek.), wenn auch in anderer Reihenfolge, und ebenso ist es mit der zweiten Hälfte.

Aus dem bisher Gesagten geht hervor, daß die akzessorischen Ek. die rachitische Vergrößerung ebenso aufweisen wie die Haupt-Ek. Das kann so weit gehen, daß, vom Falle 16 abgesehen,

die absolute Größe eines akzessorischen Ek. im Rachitisfalle 20 zum Beispiel 81·92 dmm^3, und die eines Haupt-Ek. im normalen Falle 3 sogar nur 80·95 dmm^3 betrug.

* * *

Mit den Zahlen steht das histologische Bild der akzessorischen Ek. bei Rachitis in bester Übereinstimmung, denn der Vergrößerung liegt eine Hyperplasie und Hypertrophie zugrunde. Diese Veränderung war aber nicht immer gleich stark ausgebildet und nicht immer gleichmäßig zu sehen. Im Falle 19 (Fig. 17) zum Beispiel sah man die Veränderung im Beginne, in den Fällen 10 bis 13 und 20 war sie überall gleichmäßig und voll entwickelt (Fig. 13 bis 15, 20), und in den übrigen Fällen endlich war die Veränderung nicht überall im selben Ek. oder nicht in allen akzessorischen Ek. zu finden, indem unveränderte, in Veränderung begriffene und vollkommen veränderte Partien abwechselten.

Die durchschnittliche Alveolargröße ist in den akzessorischen Ek. der Rachitisfälle (Fig. 13 bis 15, 17, 20) ausnahmslos gegen die der normalen Fälle (Fig. 9) erhöht und schwankt auch in viel größerem Maße als bei diesem (Diagramm XXIX, Tafel XI). Nur in 4 Fällen sind die Alveolen der rachitischen akzessorischen Ek. weniges kleiner, in 5 Fällen ebenso groß (Fig. 17) und ebenfalls in 5 Fällen sogar noch größer als in den Haupt-Ek. normaler Tiere (Fig. 13, 20). In 2 Fällen endlich waren die Alveolen der rachitischen akzessorischen Epithelkörperchen ebenso groß wie die der rachitischen Haupt-Ek. (vgl. Fig. 7 *gr* mit Fig. 4 *gr*). Es besteht also hier kein Zweifel, daß bei Rachitis eine wesentliche Vergrößerung der Alveolen auch in den akzessorischen Ek. besteht. Doch muß dies sowie übrigens im Haupt-Ek. nicht durchwegs der Fall sein (Fig. 17, 7).

Es beruht das vorerst auf einer Vermehrung der Epithelzellen in den Alveolen, welche bald mäßig ist (vgl. Fig. 17, 14, 15) bald aber so exzessiv, daß die Alveolen zum Teil ebensoviele Zellen enthalten wie das normale Haupt-Ek. (vgl. Fig. 13, 20 A_1 mit 8).

Ferner sind aber auch die Epithelzellen hypertrophisch (Fig. 13 bis 15, 17, 20, vgl. normale Fig. 9). Der Kern ist oval, größer und vor allem heller als normal, zuweilen exzessiv groß (Fig. 20) mit mehr oder weniger gut sichtbarer Chromatinstruktur. Im Falle 17 konnten sogar Mitosen nachgewiesen werden, die unter normalen Umständen stets fehlten. Das Protoplasma bald nur mäßig vermehrt (Fig. 14), bald viel reichlicher als normal (Fig. 13, 15, 17), bald aber besonders reichlich (Fig. 20) und dabei entweder so hell wie normal (Fig 12, 13 A_2, 19 A_1) oder mehr oder weniger intensiv mit Eosin gefärbt (Fig. 13 A_1, 20).

So wie beim Haupt-Ek. so kommt auch beim akzessorischen Ek. zuweilen eine ganz exzessive Zellhypertrophie vor und dies ist entweder herdweise der Fall (Fig. 13 A_2) oder betrifft das ganze Parenchym (Fig. 20). Ein Fehlen der Zellhypertrophie konnte nur in manchen, meist leichteren Rachitisfällen und überdies nur stellenweise konstatiert werden. Im Marasmusfall 23 endlich waren die Epithelzellen sogar atrophisch, verkleinert, ihre Kerne bald oval, bald rund, hell oder dunkel, ohne Chromatinstruktur und das Protoplasma so spärlich, daß die Kerne dicht zusammenlagen.

Das Stroma verhält sich analog wie bei der rachitischen Veränderung der Haupt-Ek. So lange diese noch mäßig ist, sind die dunklen, spindeligen Stromakerne noch relativ reichlich zu sehen. Doch sind sie sogar in Fig. 14 schon relativ spärlicher als im normalen Bilde Fig. 9. In Fig. 13 und 15 sind sie noch spärlicher, in Fig. 20 relativ schon ganz spärlich, wenn wir Fig. 9 danebenhalten. Dabei sind die vergrößerten Alveolen dichter zusammengepreßt und darum die Septa relativ schmal (Fig. 13), doch ist nicht selten, so ähnlich wie im rachitischen Haupt-Ek., ein Auftreten eosinroten, fibrillären Gewebes in den dickeren Septen zu beobachten (*S* in Fig. 13 bis 15, 20).

Die Blutkapillaren in den Stromasepten sind bald gar nicht, bald nur stellenweise und mäßig und nur ausnahmsweise gut gefüllt (*C* in Fig. 13 bis 15, 17, 20). In Fig. 13 *C* ist sogar eine Blutkapillare zu sehen, welche in die Epithelmasse eines größeren Alveolus hineingewachsen ist.

Nach dem Verhalten der Größe und der histologischen Struktur ist der Schluß gestattet, daß die akzessorischen Ek. bei Rachitis in ganz analoger Weise wie die Haupt-Ek. eine spezifische Hyperpasie und Hypertrophie durchmachen.

* * *

Im folgenden soll eine Darstellung unserer derzeitigen Kenntnisse von den Beziehungen der Ek. zum Kalkstoffwechsel und gewissen Skelettveränderungen gegeben werden. Bevor wir aber dazu übergehen, wollen wir uns über den Vorgang der Knochenverkalkung unter normalen und pathologischen Umständen orientieren. Es wurde schon seit langem angenommen, daß beim normalen Skelettwachstum der Knochen nur kalklos apponiert werden kann um erst sekundär zu verkalken. Wie schon einmal hervorgehoben, war Pommer der erste, der an den Appositionsflächen im normalen Skelett dieses noch kalklose Stadium in Form eines schmalen Osteoidsaumes auch tatsächlich gesehen hat.

Später haben Stöltzner und Salge, namentlich mit Rücksicht auf gewisse Vorkommnisse in der Knochenpathologie zwischen das Stadium des kalklosen und das des kalkhaltigen Gewebes noch ein Übergangsstadium folgender Art eingeschoben. Im ersten Stadium ist das Knochengewebe kalklos und hat auch noch gar nicht die Fähigkeit zu verkalken: Das ist das Osteoid. Im zweiten Stadium wird das Osteoid derart chemisch verändert, daß es nunmehr zur Kalkaufnahme befähigt ist ohne aber vorerst noch tatsächlich zu verkalken: Potentiell kalkhaltige Substanz. Im dritten Stadium nimmt diese endlich Kalk auf: Die definitive aktuell verkalkte Substanz. Im normalen Skelett fehlt aber das zweite Stadium, denn sobald die Kalkaufnahmsfähigkeit eingetreten ist, tritt auch schon die Verkalkung ein. Ein Beispiel für das Vorkommen potentiell kalkhaltiger Substanz hat Lehnerdt gegeben, indem er bei seinen strontiumgefütterten Tieren eine pathologisch große Menge kalklosen Knochengewebes auftreten sah und dies so erklärte, daß das Strontium den Knochen sehr stark zur Neubildung anrege, dieser werde kalklos apponiert, habe auch die Fähigkeit, Kalk aufzunehmen, aber es sei bei der Überproduktion des Knochengewebes nicht Kalk genug vorhanden, um alles junge Knochengewebe damit zu imprägnieren und so verharrt dieses pathologisch lang im Stadium der potentiell kalkhaltigen Substanz.

Nun findet man bei Rachitis und Osteomalacie in pathologisch großer Menge das Knochengewebe kalklos und die Frage, wie das zu erklären sei, ist bis heute noch nicht entschieden. Die Ansicht, daß eine Halisterese, das heißt Kalkentziehung des schon verkalkt gewesenen Knochengewebes möglich ist, wurde in neuerer Zeit fallen gelassen. Es hat diese Ansicht zuerst Virchow für die Osteomalacie vertreten, während er bei Rachitis das Osteoid ausschließlich durch Kalklosbleiben neuer Apposition erklärte. Cohnheim hat aber auf dem Wege theoretischer Überlegung auch für die Osteomalacie die Halisterese in Abrede gestellt. Kassowitz und Pommer haben dann durch histologische Untersuchungen Cohnheim's Ansicht begründet. Während aber Kassowitz die Halisterese unbedingt verwirft, gibt Pommer in sehr beschränktem praktisch kaum in Betracht kommendem Ausmaße ihre Möglichkeit zu. Aber selbst diese letzte Möglichkeit des Vorkommens von Halisterese bestreitet Axhausen auf Grund genauer histologischer Untersuchungen und kommt somit zum Resultate, die Halisterese ohne jegliche Einschränkung in Abrede zu stellen. Dessenungeachtet hat v. Recklinghausen. auch noch in allerneuester Zeit seine Annahme aufrecht erhalten, daß es Halisterese gebe und daß sie nicht nur bei Osteomalacie, sondern, wenn auch in viel geringerem Ausmaße, sogar bei Rachitis vorkomme.

So lange die Beweise von Cohnheim Kassowitz, Pommer und Axhausen nicht widerlegt sind, werden wir gut tun, die Halisterese, als unbewiesen, nicht in Betracht zu ziehen und daran festzuhalten, daß alles kalklose Knochengewebe bei Rachitis und Osteomalacie auf kalklos gebliebener Apposition beruhe.

Die Frage geht nun dahin, warum das Knochengewebe bei Rachitis nicht verkalkt. Mit dieser Frage hat sich unter kritischer Sichtung der auf Rachitis sich beziehenden chemischen Publikationen

neuestens Lehnerdt sehr eingehend befaßt. Aus dieser Darstellung, auf die auf das nachdrücklichste verwiesen sei, möge nur soviel hervorgehoben werden, daß Lehnerdt weder den zu geringen Kalkgehalt der Nahrung, noch die ungenügende Kalkresorption im Darm bei genügendem Kalkgehalt der Nahrung, noch die genügende Kalkresorption aber zu rasche Kalkelimination im Darm als Ursache für das Kalklosbleiben des Knochengewebes bezeichnen kann. Alle die genannten Möglichkeiten gipfeln nämlich darin, daß der Knochen Kalk in nicht genügender Menge zugeführt bekommt, während nach den Untersuchungen von Stöltzner und Miva nicht Rachitis, sondern die ganz anders aussehende pseudorachitische Osteoporose sich einstellt, wenn dem Knochen nicht in genügender Menge Kalk dargeboten wird. Lehnerdt gelangt schließlich zu der schon von Stöltzner und Salge vertretenen Ansicht, daß die Kalkablagerung im Skelett deshalb ausbleibe, weil das Knochengewebe trotz genügenden Kalkangebotes nicht die Fähigkeit besitzt, Kalk aufzunehmen, es ist nach der Definition von Stöltzner und Salge noch immer Osteoid aber noch keine potentiell kalkhaltige Substanz.

Nach alledem ist es klar, daß Lehnerdt die Wirkung der von Kassowitz eingeführten vorzüglichen Phosphortherapie der Rachitis in der Weise erklärt, daß dabei die Kalkaufnahmsfähigkeit des Osteoids wieder hergestellt werde. Diese Erklärung weicht wohl von der Kassowitz's selbst gegebenen ab als auch von der Schabad's, der den Einfluß dieser Therapie auf den Kalkstoffwechsel studierte.

Darüber, in welchem Grade die Behinderung der Kalkablagerung bei Rachitis vorliegt, gehen die Ansichten weit auseinander. Heubner und Stöltzner sind der Meinung, daß bei Rachitis die Unfähigkeit des Osteoids Kalk aufzunehmen absolut ist. Dem tritt Schmorl entgegen, indem er angibt, zum Teil wenigstens auch während der Rachitis am sicher neugebildeten Osteoid Kalkablagerung gesehen zu haben, ohne sich davon überzeugen zu könen, daß diese auf eine Remission zurückzuführen wäre.

Es ist in der Tat auch gar nicht einzusehen, warum die Kalkaufnahmsfähigkeit unter allen Umständen absolut gehemmt sein muß. Nach dieser Annahme gäbe es nur einen Grad dieser Kalkstörung, und zwar die absolute oder aber völlig normale Verhältnisse und die bei Rachitis zu beobachtenden, so außerordentlich verschiedenen Grade der pathologischen Knochenveränderung müßten ausschließlich auf der verschieden langen Dauer dieser stets absoluten Störung beruhen. Aber wenn wir die Erfahrung über die Nagezahnveränderung bei der spontanen Rachitis und nach der Ek.-Exstirpation zu Rate ziehen, kommen wir zu dem Resultate, daß die Kalkaufnahmsfähigkeit des Gewebes nicht absolut gehemmt ist. Der Nagezahn wird beim normalen Tier und bei Rachitis ständig abgenutzt und wäre in seinem Dentin die Kalkablagerung absolut gehemmt, dann müßte schließlich ein Zeitpunkt kommen, in dem der Zahn völlig kalklos wird. So etwas kommt aber weder bei spontaner Rachitis, noch nach der Ek.-Exstirpation je vor. Ausnahmslos sind die ältesten Dentinschichten gut verkalkt und wo diese in die jüngsten, völlig kalklosen übergehen, da gibt es unvollkommene Verkalkung in verschiedener Form, in der Regel, stellenweise wenigstens, in mehrfacher Abwechslung kalklose und kalkhaltige Streifen in paralleler Folge abwechselnd. Sollte diese streifige Verkalkung auf ständige Abwechslung vor sich gehender und völlig gehemmter Kalkablagerung hindeuten, so müßte die Abwechslung von Remission und Rezidiv geradezu als obligat für die Rattenrachitis bezeichnet werden. Da die Dicke der hier in Betracht kommenden Schichten so gering ist, daß früheren Erfahrungen gemäß nur 2 bis 5 Tage zu ihrem Aufbau benötigt werden, so handelt es sich um stets sehr kurzfristige Remissionen und Rezidiven. Und schon aus diesem Grunde kann man diese Art der gehemmten Kalkablagerung als einer solchen nahestehend bezeichnen, bei der die Kalkablagerung zwar gleichmäßig aber nicht völlig gestört ist. Diese Kurzfristigkeit der Remissionen und Rezidiven könnte auch der Grund dafür sein, warum am histologischen Rippenbilde nichts von analogen Erscheinungen wahrzunehmen war.

Pommer und Schmorl leugnen es, daß bei Rachitis eine pathologische Beschaffenheit des Osteoids die Ursache der Behinderung der Kalkaufnahme sei, denn wenn Heilung eintritt, verkalkt das nämliche Osteoid dann doch. Bei Rachitis spricht Pommer von einer ganz oder fast ganz ausbleibenden Verkalkung. Bei Osteomalacie aber führt er sich vorfindende Kalkablagerungen auf Remission zurück. Ganz extrem aber ist die Meinung v. Recklinghausen's, das Osteoid sei bei Rachitis zur Aufnahme von Kalk-

salzen unfähig und es müsse wieder abgebaut und durch ein neues ersetzt werden, wenn Heilung erzielt werden soll.

Wir verfügen über eine eigene Erfahrung, die diese Meinung v. Recklinghausen's zu unterstützen scheint, aber doch auch eine andere Deutung zuläßt. Wenn man einer Ratte die Ek. exzidiert und sofort wieder an einer anderen Stelle implantiert, so vergehen einige Tage, bis die Ek. an ihrem neuen Orte eingeheilt sind. Während dieser kurzen Zeit entbehrt das Tier der Ek-Funktion und das hat zur Folge, daß die in dieser Zeit gebildeten Dentinschichten der Nagezähne kalklos bleiben. Nehmen dann die Ek. nach der Einheilung ihre Funktion wieder auf, so verkalkt das von da an neugebildete Dentin wieder. Zugleich ist aber wieder Gelegenheit zur nachträglichen Verkalkung jenes Dentins gegeben, das zur Zeit der fehlenden Ek.-Funktion gebildet und kalklos geblieben war. Aber diese nachträgliche Verkalkung erfolgt nicht oder nur so unvollkommen, daß man diese Dentinschicht dauernd an ihrer Kalkarmut erkennt. Das ist der Transplantationsstreifen, dessen Vorkommen die Nachuntersuchung Hohlbaum's bestätigt haben. Diese Erscheinung könnte im Sinne v. Recklinghausen's dahin gedeutet werden, daß das in der Zeit fehlender Ek.-Funktion gebildete Dentin der Eigenschaft zu verkalken dauernd entbehrt und erst das später hinzukommende Dentin wieder verkalkt. Doch wäre es auch gut möglich, daß mit dem schichtweisen Dickenwachstum des Dentins der Transplantationsstreifen inzwischen zu weit weg von der kalkzuführenden Pulpa abgerückt ist, um noch verkalken zu können.

Über die Ursache der Behinderung der Kalkablagerung im rachitischen Knochen bestehen folgende Ansichten. Pommer meint, die Ursache liege nicht im Knochen, sondern außerhalb desselben, so daß morphologische Skelettuntersuchungen niemals die Ursache der Rachitis ergründen werden. Die von uns als rachitisch bezeichnete Skelettveränderung ist eben nichts anderes als ein Symptom einer Krankheit unbekannter Ursache, ein Symptom, welches darauf beruht, daß bei dieser Krankheit eine Behinderung der Kalkablagerung besteht. In dieser Vorstellung Pommer's wurzelt die von uns in der Einleitung zum Callusabschnitte vertretene Anschauung, daß das, was wir die Kalkstörung nennen, nicht indentisch ist mit dem, was wir die rachitische Skelettveränderung heißen. Denn dauert die Kalkstörung, auch wenn sie noch so hochgradig ist, erst kurz, so sind die Skelettveränderungen noch geringfügig; ist aber die Kalkstörung erst vor kurzem gewichen, so ist das Skelett noch schwer verändert, denn die Knochenveränderung erfordert lange Zeit, bis sie ganz schwindet.

Von der Beobachtung Rindfleisch's ausgehend, daß die Knochenverkalkung in unmittelbarer Nähe eines Gefäßes ausbleibt, und erst weiter weg davon, wo eine relative Ruhe des Flüssigkeitsverkehres besteht, erfolgen kann, nahm Kassowitz an, die Hyperämie des Knochens sei die Ursache der rachitischen Verkalkungshemmung, und darum interessierte ihn vor allem die Ursache dieser Hyperämie. Er nahm an, daß in der veratmeten Zimmerluft enthaltene Gifte durch die Lungen ins Blut aufgenommen werden, und dieses Gift, »die respiratorische Noxe«, führe zur Knochenhyperämie. Dieser Anschauung steht die v. Hansemann's nahe, wornach die Domestikation bei der Rachitis eine Rolle spielt. Findlay hingegen legt mehr Wert auf die Bewegungsbeschränkung.

Stöltzner und Salge gehören zu jenen Autoren, welche einer bakteriellen Ätiologie der Rachitis das Wort reden. Ein hypothetischer Mikroorganismus dringt in den Körper ein und schädigt dort die Nebennierenrinde, deren Sekret normaliter mit dem Blute dem Skelett zugeführt wird und dort das Osteoid kalkaufnahmsfähig machen soll. Es sei aber auch möglich, daß die Beziehungen der Nebennierenrinde zum Skelett die folgende ist: Die Nebennierenrinde hat die Aufgabe, einen aus dem Osteoid stammenden und ihr mit dem Blute zugeführten Stoff zu verändern. Ob so oder so, die durch den Mikroorganismus erfolgende Schädigung der Nebennierenrinde soll die Behinderung der Kalkaufnahmsfähigkeit des Osteoids zur Folge haben. Morpurgo hat dann in der Tat einen Diplokokkus gefunden, den er als den Erreger der Rachitis bezeichnet, freilich ohne die Nebenniere als Zwischenglied zwischen Mikroorganismus und Knochen einzuschalten. Daß wohl nicht nur bei Rachitis, sondern bei der ihr so nahestehenden Osteomalacie auch noch andere Blutdrüsen bereits in Betracht gezogen wurden, wie Ovarien und Schilddrüse sei noch nebenbei erwähnt. Ribbert denkt daran, »daß der osteoiden Substanz, obgleich man nichts davon

wahrnehmen kann, irgend etwas fehlt, was unter normalen Verhältnissen die Ablagerung des Kalkes vermittelt und was bei der Heilung der Rachitis leicht in sie hineingebracht werden kann«. Das wäre eigentlich identisch mit der von Stöltzner und Salge geäußerten Ansicht. An einer anderen Stelle hingegen denkt Ribbert an ganz etwas anderes, indem er von einem Toxin spricht, welches die Kalkaufnahme im Knorpel und Knochen verhindert.

* * *

Wir gehen nun dazu über, die Literatur über die Beziehungen der Ek. zum Kalkstoffwechsel und zum Skelett zusammenzufassen. Zum erstenmal stieß ich auf die Beziehungen der Ek. zum Kalkstoffwechsel gelegentlich der Ek.-Exstirpationsversuche an der Ratte. Es zeigte sich hiebei, daß vom Tage der Parathyreoidektomie an das neu hinzukommende Dentin der Nagezähne gar nicht oder nur unvollkommen verkalkt, so daß es ausnahmslos nach 6 bis 10 Wochen zu spontanen Zahnfrakturen kommt. Die Veränderung, die wir durch die Ek.-Exstirpation am Nagezahn erzielen, stimmt also mit der überein die wir an den Knochen bei Rachitis und Osteomalacie zu finden pflegen, nämlich Kalklosigkeit der jungen Apposition.

Eine Bestätigung der spontanen Nagezahnfrakturen nach Parathyreoidektomie brachten die Untersuchungen von Leischner, Minkiewitsch und Iselin. Eine ebenfalls bestätigende Nachprüfung der hierbei eintretenden histologischen Veränderungen im Kalkgehalt erschien von Preiswerk-Maggi, Toyofuku und Hohlbaum. Toyofuku konnte außer auf mikroskopischem Wege auch durch die Röntgenphotographie die Kalkverarmung nachweisen.

Später erwies sich mir die in kalkloser Dentinapposition bestehende Reaktion der Parathyreoidektomie als so empfindlich, daß sie selbst bei der Ek.-Transplantation in Form des Transplantationsstreifens erscheint, von dem schon oben die Rede war.

Daß die parathyreoprive Nagezahnveränderung ohne weiters als Rachitis angesprochen werden darf, konnte ich später mit Sicherheit erweisen, als ich Gelegenheit hatte, die Nagezähne von Ratten zu untersuchen, die an spontaner Rachitis litten, und auch unsere jetzigen Untersuchungen führen uns dazu, daß die Nagezahnveränderung der spontanrachitischen Ratten und die nach der Parathyreoidektomie konstant auftretenden völlig identisch sind und daher ebenfalls als rachitisch angesprochen werden dürfen. Dafür spricht auch der Umstand, daß Fleischmann im Dentin florid rachitischer Kinder Veränderungen findet, die im wesentlichen identisch sind mit den parathyreopriven der Nagezähne.

Nach Pommer's Untersuchungen ist weder die Rachitis noch die Osteomalacie je lokal, vielmehr stets generell über das ganze Skelett verbreitet, denn die Behinderung der Kalkablagerung liege außerhalb des Skelettes. Wenn also die Behauptung, die Ek.-Exstirpation führe zu Osteomalacie oder Rachitis, aufrecht erhalten werden soll, so müßte auch noch nachgewiesen werden, daß die Kalkstörung sich nicht allein auf die Nagezähne beschränkt, sondern auch das übrige Skelett erfasse.

Ich habe 1911 vorläufig über solche ergänzende Untersuchungen kurz berichtet. Doch mußte die genauere Ausarbeitung dieser Untersuchungen wegen der eben vorliegenden zurückgestellt werden. Die im folgenden referierten Angaben aus der genannten vorläufigen Mitteilung müssen daher mit jener Reserve behandelt werden, die bei noch nicht genügendem Material stets geboten erscheint. Was schon aus diesem wenigen Material gesagt werden konnte, ist das folgende.

In der Rippe nimmt die Flächenausdehnung und Dicke des Osteoids nach der Ek.-Exstirpation bedeutend zu; so betrug in der Rippe die durchschnittliche Osteoiddicke in einem Falle nach der Parathyreoidektomie 20 μ und in der Rippe desselben Tieres aus der normalen Zeit bloß 5 μ. Diese Kalkverarmung führte sogar zur Spontanfraktur. Der Callus nach der Ek.-Exstirpation ist unvergleichlich viel kalkärmer als ein gleichalter Callus aus der Zeit vor der Ek.-Exstirpation und die durchschnittliche Osteoiddicke betrug 43 gegen 8·5 μ. Außerdem war im parathyreopriven Callus eine ganze Reihe von auffallenden Hemmungserscheinungen zu konstatieren von derselben Art, wie wir sie im vorliegenden dritten Abschnitte als

charakteristisch für Rachitis kennen gelernt haben. Nur eine richtige rachitische Knorpelstörung war durch die Ek.-Exstirpation nicht zu erzielen, und zwar deshalb, weil der völlige Ek.-Ausfall eine so hochgradige Kachexie zur Folge hat, daß die Knorpelapposition und die enchondrale Ossifikation völlig ruhen. Schon Iselin gibt an, daß parathyreoprive Tiere im Wachstum stark zurückbleiben. Es besteht eben auch ein sehr wesentlicher Unterschied zwischen einem spontan rachitischen Tier, das seine Ek. besitzt und darum durch selbst spontane Heilung der Rachitis in normale Verhältnisse zurückkehren kann und dem parathyreopriven Tier, das eines absolut lebenswichtigen Organes beraubt ist, darum seine Lebensfähigkeit eingebüßt hat und unausweichlich chronischem Siechtum verfällt. Da also in dieser Hinsicht das spontan rachitische Tier und das parathyreoprive durchaus nicht identisch sind, so kann man auch nicht erwarten, daß beim letzteren das Bild der Rachitis voll zur Ausbildung gelange. Aber das wichtigste, der Nachweis pathologisch gehemmter Kalkablagerung des Knochens im Rahmen sowohl des normalen Wachstums als auch der Callusheilung, konnte eben auch nach der Ek.-Exstirpation gefunden werden. Diese Untersuchungen zeigten, »daß die Ek.-Exstirpation zu einer schweren Alteration des Kalkstoffwechsels führt, daß sich diese in eklatanter Weise am Skelett manifestiert und mit jener, die das Wesen der Rachitis und Osteomalacie ausmacht, übereinstimmt.« Nach dem Gesagten ist es nicht zu erwarten, daß man mit der Ek.-Exstirpation das volle Bild der Rachitis am Knochen und Knorpel wird erzeugen können. Warum aber Hohlbaum im Knochengewebe gar keine Kalkverarmung auftreten sah, läßt sich augenblicklich nicht sagen. Daß aber die Kalkverarmung im Nagezahn nach Ek.-Exstirpation unter allen Umständen viel eklatanter ausfallen muß, als im Knochen, ist darum leicht begreiflich, weil der Nagezahn, als ein für die Ernährung des Tieres vitales Organ keine parathyreoprive Wachstumshemmung aufweisen kann, wie der Knochen, oder doch keine so erhebliche.

Nachdem wir nun einmal erkannt haben, daß die Ek. den Kalkstoffwechsel beeinflussen, muß uns die Lebenswichtigkeit dieser kleinen Organe umso größer erscheinen, wenn wir bedenken, welche wichtige Rolle, vom Skelett abgesehen, das Calcium im Organismus spielt, das unter anderem ein normaler Bestandteil des Protoplasmas ist. Im Gegensatz zu den groben Kalkverhältnissen des Skelettes sind die viel feineren der Weichteile morphologischen Studien verschlossen. Hier können nur chemische Untersuchungen zum Ziele führen, die aber erst vereinzelt vorliegen. Leopold und v. Reuß haben den Calciumgehalt des ganzen Tierkörpers chemisch bestimmt und gefunden, daß er bei jungen Ratten nach der Ek.-Exstirpation verringert ist. Mac Callum und Vögtlin fanden nach der Parathyreoidektomie eine Steigerung der Kalkausscheidung durch den Harn und Stuhl, während der Kalkgehalt des Blutes auf die Hälfte sank. Ob diese Kalkverarmung des Blutes und damit auch des Gehirns die Ursache der parathyreopriven Tetanie ist, oder ob, wie Pfeiffer und Mayer sowie Berkeley und Beebe annehmen, die Tetanie die Folge eines im Blutserum nachweisbaren aktiven und spezifischen Tetaniegiftes sei, ist noch nicht entschieden Die neuesten, auf chemischem Wege gewonnenen Untersuchungsergebnisse über die Beziehungen des Kalkstoffwechsels zu den Ek. und der Tetanie finden sich in besonders klarer Weise im Referat Mac Callum's zusammengestellt, dem wir eine Reihe vorzüglicher Arbeiten auf diesem Gebiete verdanken.

Ferner seien noch einige Literaturangaben über die Beziehung der Ek. zum Skelett ohne Rücksicht auf den Kalkstoffwechsel erwähnt. Canal fand, daß die Ek.-Exstirpation eine Verspätung der Callusheilung zur Folge hat. Morel und auch ich konnten diese Angabe bestätigen, was uns hier vor allem deshalb interessiert, weil wir die gleiche Verspätung der Callusheilung auch im Callus der spontan rachitischen Tiere finden, bei denen, wie wir später hören werden, wahrscheinlich eine relative Insuffizienz der Ek. besteht, die zu ihrer Hyperplasie und Hypertrophie den Anstoß gibt. Ferner fand Morel, daß durch Darreichung von Ek.-Extrakt an normale junge Tiere sowohl das normale Knochenwachstum als auch die Callusheilung eine Beschleunigung erfahren, was mit dem gegenteiligen Effekt des Ek.-Verlustes in Harmonie steht.

* * *

Wir gehen dazu über, die in der Literatur sich vorfindenden pathologisch-anatomischen Befunde zu besprechen, die auf einen Zusammenhang zwischen Ek. einerseits und Osteomalacie, Rachitis und anderen Skeletterkrankungen andrerseits hindeuten.

Nachdem ich im Tierexperiment die Beziehung der Ek. zum Kalkstoffwechsel festgestellt hatte, erschien es vor allem von Interesse, die Ek. des Menschen bei solchen Krankheiten zu untersuchen, von denen wir schon lange wissen, daß sie mit Störungen des Kalkstoffwechsels einhergehen, also vor allem bei Rachitis und Osteomalacie.

Schon die ersten in dieser Richtung angestellten Untersuchungen zeigten, daß der Nachweis von Ek.-Veränderungen bei der Osteomalacie viel leichter gelinge als bei Rachitis, und darin hat sich bis heute nichts geändert. Die Untersuchungen der Osteomalacie schienen somit dankbarer zu sein und darum habe ich sie zuerst vorgenommen. Bevor ich aber auf die Ergebnisse dieser zielbewußt angestellten Untersuchungen eingehe, seien noch die Fälle erwähnt, die vor dem Bekanntwerden der Beziehungen der Ek. zum Kalkstoffwechsel erschienen sind und uns hier interessierende Angaben enthalten.

1903 veröffentlichte ich im Rahmen der systematischen Fettuntersuchungen des Ek. einen Ek.-Tumor, der von einem 18jährigen männlichen Individuum stammte. In diesem Falle bestanden so hochgradige Genua valga, daß sich der Patient zu einem operativen Eingriffe (Osteotomie) entschloß, nach dem er aber bald zugrunde gegangen ist. Zur Zeit dieser Veröffentlichung war noch kein Grund vorhanden, an einen Zusammenhang zwischen dem Ek.-Tumor und dem Knochenleiden zu denken, und darum erwähnte ich in der Publikation bloß, daß das Individuum kurz nach einem operativen Eingriffe starb, nicht aber, daß es sich um eine Osteotomie wegen X-Beine handelte. Heute freilich muß uns der Fall in anderem Lichte erscheinen, wenn wir uns daran erinnern, daß Mikulicz und mit ihm auch noch andere Autoren der Meinung sind, daß das Genu valgum Rachitis zur Grundlage habe.

1904 beschrieb Askanazy einen Fall von deformierender Ostitis ohne Osteoid, bei dem sich am linken Schilddrüsenlappen ein Tumor fand, nach dessen histologischer Beschreibung es heißt: »An eine Abstammung dieses Tumors von der Parathyreoidea ist zu denken.« Wegen der Anwesenheit dieses »Schilddrüsentumors« fordert Askanazy auf, in späteren Fällen auf die Thyreoidea und die anderen Blutdrüsen zu achten, umsomehr, als Skelettveränderungen bei Basedow, ferner die Beeinflussung des wachsenden Skelettes durch die Schilddrüse wohlbekannte Tatsachen sind.

In jener Publikation, in der ich zum erstenmale über die Nagezahnveränderungen nach Ek.-Exstirpation berichtet habe (1906), findet sich bereits ein Osteomalaciefall erwähnt, bei dem 3 von den vier gefundenen Ek. auffallend vergrößert erschienen und ein weiterer, bis dahin nicht verwerteter aus dem Jahre 1904 stammender Osteomalaciefall mit bedeutender Hyperplasie des einen und mikroskopisch nachweisbaren Wucherungsherden in den drei anderen Ek. fand sich in meiner Sammlung vor. Diese beiden Fälle fanden dann Aufnahme in der vom Jahre 1907 stammenden Publikation über Ek.-Befunde bei Osteomalacie.

In dieser berichtete ich über 6 Fälle puerperaler Osteomalacie, von denen einer, der nur kurz dauerte und mit Phosphor behandelt war, einen negativen Ek.-Befund ergab, während die fünf anderen teils eine erst unter dem Mikroskop erkennbare Hyperplasie und Hypertrophie, teils eine schon makroskopisch feststellbare Vergrößerung der Ek. aufwiesen. Darunter fand sich ein Fall mit einer sehr beträchtlichen Vergrößerung eines Ek.

Die erste Bestätigung kam von seiten Schmorl's, der in einem Osteomalaciefall mit melanotischen Knochenmarkstumoren von drei gefundenen Ek. eines sehr stark hyperplastisch fand. In drei anderen Osteomalaciefällen waren die Ek.-Befunde negativ, und zwar, wie ich schon seinerzeit vermutete, und Todyo, ein Schüler Schmorl's, auch tatsächlich mitteilt, wohl nur deshalb, weil Schmorl die beim Nachweis von Wucherungsherden unerläßliche Osmiummethode nicht angewendet hatte.

Besonders interessant ist der Fall von Bauer deshalb, weil bei diesem zuerst die Vergrößerung eines Ek. gefunden wurde und erst dieser Fund die Frage anregte, ob das Skelett osteomalacisch sei. Wiewohl

makroskopisch keinerlei Deformierung bestanden hatte, konnte histologisch ein geringer Grad von Osteomalacie nachgewiesen werden. Der Ek. Befund war der folgende: In dreien ausgedehnte Wucherungsherde, die die Hälfte des Parenchyms einnahmen und im vierten ein Adenom.

Der erste, der dann zeigte, daß eine Hyperplasie und Hypertrophie der Ek. nicht nur bei der puerperalen, sondern auch bei seniler Osteomalacie vorkommt, war Strada, der einen solchen Fall untersuchte. Neuestens hat ferner Todyo unter 7 Fällen von seniler Osteomalacie sechsmal einen positiven Ek.-Befund erheben können; im 7. Falle war der Befund negativ, doch konnten hier nur 3 Ek. aufgefunden werden.

Inzwischen kam auch ich, wie schon früher einmal erwähnt, in die Lage, Fälle von seniler Osteomalacie mit positivem Ek.-Befund zu untersuchen; darunter findet sich einer sogar mit einem ungewöhnlich großen Ek.-Tumor, der nur wenig jenem seinerzeit bei puerperaler Osteomalacie gefundenen und abgebildeten nachsteht.

Neuestens berichtet auch Hohlbaum über einen obduzierten Fall von Osteomalacie, bei dem sich eines der 4 Ek. vergrößert fand und Wucherungsherde enthielt.

Aber nicht nur bei Osteomalacie, sondern auch bei Ostitis deformans sind schon Ek.-Veränderungen gefunden worden. So berichtet Schmorl über eine 47jährige Frau mit Ostitis deformans, die mit einem mäßigen Grade von Osteomalacie und braunen Tumoren im ganzen Skelett kombiniert war. In diesem Falle waren die Ek. vergrößert und enthielten Wucherungsherde. Nebenbei bemerkt fand sich bei dieser Frau, bei der die Menses seit mehreren Jahren sistierten und sich Adipositas eingestellt hatte, aber Akromegalie fehlte, interessanterweise auch noch ein hühnereigroßes basophiles Hypophysen-Adenom, das ich vor kurzem erst zum erstenmal beschrieben hatte. Molineus, ein Schüler Schmorl's, fügte zu diesem einen noch 2 weitere gleichartige Fälle hinzu. In allen dreien bestand Ek.-Hyperplasie, einmal in allen 4 Ek., zweimal in je einem. Die Hyperplasie war diffus und zweimal fanden sich circumskripte Wucherungsherde »adenomatöse Bildungen« mit verdrängendem Wachsthum. Molineus schließt sich der Meinung an, daß zwischen Ek. und Kalkstoffwechsel Beziehungen bestehen, aber es fehlt hier der Parallelismus wie zwischen Akromegalie und Hypophysentumor. So kann die Ek.-Veränderung bedeutend, die Knochenerkrankung geringfügig sein und umgekehrt; es kann bei Osteomalacie die Ek.-Veränderung fehlen und ohne Osteomalacie vorhanden sein. Von letzterer Art erwähnt Molineus kurz zwei eigene Fälle. Bei einem 80jährigen Individuum mit Ostitis deformans konnte ferner auch Todyo einen positiven Ek.-Befund erheben. Vom Falle Askanazy's war schon oben die Rede; eine Nachuntersuchung dieses höchst interessanten Falles, um endlich die Ek.-Natur dieses »Schilddrüsentumors« mit Sicherheit zu erhärten, wäre sehr erwünscht.

Bei einer Ziege, die an Schnüffelkrankheit, die der Ostitis fibrosa sehr nahesteht, litt, fand Schmorl ein vergrößertes, mikroskopisch hyperplastisches Ek. und fordert daher auf, bei späteren Fällen hier auf die Ek. zu achten.

Endlich sei noch erwähnt, daß Todyo im Gegensatz zu Strada Ek.-Veränderungen nicht nur bei seniler Osteomalacie, sondern auch bei seniler Osteoporose gefunden hat, und zwar 8mal unter 11 Fällen.

Es sei hier namentlich für Nachuntersucher noch einmal besonders betont, daß der positive Befund einer Hyperplasie im Ek., insofern nicht schon eine makroskopisch feststellbare Vergrößerung des Organes besteht, in verläßlicher Weise nur mittels der von mir angegebenen Osmierung erhoben werden kann und die Befunde in dem Maße sich mehren, als diese Methode in Anwendung kommt. Sie beruht einfach darin, daß im normalen Ek. des Menschen mit zunehmendem Alter die im Protoplasma der Epithelzellen typischer Weise vorhandenen Fettkörnchen an Größe und Zahl zunehmen, während ein junger Wucherungsherd durch seine Fettarmut sofort vom alten präexistenten Gewebe absticht. Leider ist die Methode für das Kindesalter nicht anwendbar, da ja das jugendliche Ek. schon von Haus aus sehr fettarm ist.

Nur mit dieser Methode konnte Todyo seine zahlreichen positiven Befunde erheben. Aus dem Verhalten des Fettgehaltes konnte ich bereits bei meiner ersten hierher gehörigen Publikation hervorheben, daß

Wucherungsherde in den Ek. bei älteren Individuen schon unter normalen Umständen vorkommen. Die Meinung Todyo's, daß dies Fälle von seniler Osteoporose gewesen sein können, ist nach Todyo's Befunden gewiß nicht von der Hand zu weisen, umsoweniger, als, wie Todyo bemerkt, mein Fall mit den meisten Herden auffallende Rippenbrüchigkeit zeigte.

Auch Todyo fand unter seinen 24 normalen Fällen viermal Wucherungsherde in den Ek. In 2 von diesen Fällen wurde das makroskopisch normal aussehende Skelett histologisch nicht untersucht, in zweien aber handelte es sich um gravide Frauen mit auch mikroskopisch von Osteomalacie freiem Skelett. Die von Todyo geäußerte Vermutung, daß es sich um eine Graviditätshyperplasie des Ek. handle, liegt sehr nahe, und eine genaue Ausarbeitung dieses Themas wäre gewiß ein sehr dankenswertes Unternehmen.

Wie aus diesen Ausführungen hervorgeht, erweitert sich der Interessenkreis des Ek. in neuester Zeit sehr wesentlich, da nicht nur solche Krankheiten wie Osteomalacie und Rachitis, bei denen eine Hemmung der Kalkablagerung besteht, Ek.-Veränderungen aufweisen, sondern auch solche, bei denen eine gehemmte Kalkapposition eigentlich nicht in Frage kommt. Doch dürfte eine das Skelett in ausgedehntem Maße ergreifende Krankheit die Kalkverhältnisse kaum je völlig unbeinflußt lassen.

* * *

Wir gehen schließlich dazu über, die Literatur über die uns hier vor allem anderen interessierende Beziehung der Ek. zur Rachitis zu besprechen. Wie schon früher erwähnt, scheinen beim Menschen wenigstens Rachitisfälle für die Ek.-Untersuchungen weniger dankbar zu sein als die Osteomalacie. Dementsprechend haben wir auch über Rachitis viel weniger zu berichten.

Schon kurz nach dem Erscheinen meiner ersten Nagezahnbefunde und Osteomalacieuntersuchungen hatte Hecker die Vermutung ausgesprochen, daß auch die Rachitis mit den Ek. in einem Zusammenhang stehe. Über die Art, wie sich Hecker den Zusammenhang vorstellte, soll weiter unten die Rede sein. Auf Grund der Untersuchung von 4 Fällen kindlicher Rachitis, in deren Ek. mikroskopisch eine pathologische Veränderung nicht zu konstatieren war, konnte sich Schmorl jedoch dieser Meinung nicht anschließen.

Dazu wäre folgendes zu bemerken:

Es würde ein ganz intimes Studium der histologischen Ek.-Struktur erfordern, um eventuell bei Rachitis vorkommende Abweichungen von der Norm unter dem Mikroskop zu erkennen. In dem hier erforderlichen Maße detaillierte Ek.-Untersuchungen liegen aber beim Menschen noch nicht vor. Weiterhin dürfen wir uns mit der histologischen Struktur allein nicht begnügen, wo Fragen der Hyperplasie und Hypertrophie in Betracht kommen, sondern es müssen auch Volumbestimmungen der Organe vorgenommen werden, wie sie in den vorliegenden Untersuchungen bei der Ratte eben ausgeführt wurden. Die mikroskopische Diagnose einer Hyperplasie und Hypertrophie gehört zu der schwierigsten, die an uns herantreten kann, wie ich dies schon beim Studium der Schwangerschaftsveränderung der Hypophyse zu erfahren Gelegenheit hatte.

Die Berechtigung zu den hier aufgestellten strengen Forderungen schöpfe ich aus der folgenden eigenen Erfahrung. Als ich nämlich meine zwei ersten spontan rachitischen Ratten 1909 untersuchte, sagte ich über die Ek. damals aus, daß sich in ihnen keine Veränderungen finden, fügte aber noch hinzu »allerdings wurden diese Untersuchungen noch nicht in sehr eingehender Weise vorgenommen«. Nachdem ich aber nunmehr diese Untersuchungen der Ratten Ek. bei Rachitis mit der hier erforderlichen Genauigkeit vorgenommen hatte, gelangte ich zu dem ebenso positiven wie einheitlichen Resultat, wie dies aus den Befunden in der vorliegenden Mitteilung hervorgeht.

Wenn ich über das Verhalten der Ek. bei der menschlichen Rachitis etwas aussagen soll, so wäre es das folgende. Auch ich kann, bisher wenigstens, in Übereinstimmung mit Schmorl einem kindlichen Ek. unter dem Mikroskop nicht ansehen, ob es von einem normalen oder rachitischen Kind abstammt. Doch fiel mir, wie schon ebenfalls seinerzeit erwähnt, bei der makroskopischen Betrachtung mehrmals auf, daß die Ek. rachitischer Kinder relativ groß und plump sind. Doch müssen wir uns vor Augen halten, daß eine

solche rein auf Schätzung basierte Beobachtung eben keinen allzugroßen Wert beanspruchen kann. So exzessive Ek.-Vergrößerungen, wie sie bei der Rattenrachitis zuweilen zur Beobachtung gelangen, kamen mir aber jedenfalls bei der infantilen menschlichen Rachitis nicht unter.

Wie schon einmal betont, ist aber auch nach dem Alter, in dem die Rachitis bei unseren Ratten zur Beobachtung gelangte, diese Rattenrachitis eher mit der Rachitis tarda als mit der infantilen Rachitis des Menschen zu vergleichen. Auffallenderweise stammen auch die zwei einzigen Fälle menschlicher Rachitis mit positivem Ek.-Befund aus dem zweiten Dezennium (18 und 19 Jahre alt). Der eine ist der schon oben erwähnte 1903 veröffentlichte Fall, der nach Osteotomie starb, die wegen wohl als rachitisch anzusehender Genua valga vorgenommen wurde und einen großen Ek.-Tumor aufwies. Der andere ist der schon 1911 erwähnte hochgradige Fall von Rachitis tarda mit multiplen Knochentumoren, bei dem ebenfalls eines der Ek. in einen großen Tumor umgewandelt war. Dieser Fall ist schon vom rein osteologischen Standpunkt so interessant, daß er eine eigene eingehende Bearbeitung verdient, die ich in absehbarer Zeit glaube in Aussicht stellen zu können.

* * *

Hier mögen einige Worte der Entschuldigung Platz finden für den Fall, daß von irgendeiner Seite der Vorwurf rege werden sollte, warum die auf die Ratten-Ek. aufgewendete Mühe nicht lieber dem menschlichen Material zugewendet wurde. Wenn wir vor einer ganz neuen Frage stehen, die wir klar und eindeutig und unantastbar sicher beantworten wollen, so fühlen wir uns stets unwiderstehlich vom Experiment angezogen, bei dem es in unserer Hand liegt, das Material, auf dem wir unsere Schlüsse aufzubauen gedenken, so rein und frei von Komplikationen zu gestalten, als dies beim lebenden Organismus nur irgendwie geht. Wie unendlich schwer wäre es allein schon gewesen, beim Menschen absolut sicher rachitisfreies Kontrollmaterial zu erlangen. Schmorl, der wohl das größte Kindermaterial histologisch auf Rachitis untersuchte, macht Angaben, die zu Untersuchungen von der Art, wie ich sie bei der Ratte vorgenommen hatte, nicht gerade sehr aufmuntern. Er findet bei Kindern vom 4. bis zum 18. Lebensmonat nur $3 \cdot 4\%$ rachitisfrei! Heilende Rachitisfälle sah er schon im zweiten Lebensquartal. Bei Kindern bis zum vierten Lebensjahr fanden sich nur $10 \cdot 6\%$ rachitisfrei, und unter diesen $10 \cdot 6\%$ vermutet Schmorl noch viele mit spurlos geheilter Rachitis. Und das ist wohl das schlimmste an dem Material, daß man selbst bei jungen Kindern auf Fälle stoßen kann, bei denen die Rachitis so spurlos ausgeheilt ist, daß man am Skelett nicht mehr die Möglichkeit hat zu konstatieren, daß sie ehedem bestanden hatte. Die Ek. eines solchen Falles, den wir als seit jeher normal ansehen würden, würden wir als normale Kontrollobjekte verwerten, während sie in Wirklichkeit pathologische, uns unbekannte Veränderungen der histologischen Struktur und des Volumens sehr wohl noch besitzen könnten. An solchen falschen Kontrollobjekten gemessen müßte unser Urteil über die Ek. sicher rachitischer Kinder natürlich falsch ausfallen. Neben manchem anderen ist es also nicht Mangel an rachitischem Material, sondern im Gegenteil der Mangel an absolut sicher rachitisfreiem Kontrollmaterial vor allem, der uns veranlaßte, für den Anfang wenigstens, dem Menschenmaterial aus dem Wege zu gehen und den ersten Schritt auf neuem Gebiete nicht in die Menschen- sondern Tierpathologie zu lenken.

Mit den wenigen positiven Befunden menschlicher Rachitis und mit den allerdings weit reicheren Erfahrungen über die Rattenrachitis müssen wir uns augenblicklich begnügen, soweit die Frage nach den rachitischen Veränderungen der Ek. in Betracht kommt. Soviel aber geht schon aus diesen Erfahrungen hervor, daß wir bei Rachitis gleichartige Ek.-Veränderungen zu verzeichnen haben, wie bei der Osteomalacie. Dies erscheint uns darum von Interesse, weil Schmorl sich trotz morphologischer Identität nicht entschließen kann, eine vollständige Wesensgleichheit der Rachitis und Osteomalacie anzunehmen. Sollte die Gleichartigkeit der Ek.-Veränderungen nicht dazu beitragen, eine »vollständige Wesensgleichheit« der Rachitis und Osteomalacie doch als begründet ansehen zu dürfen?

Die parathyreoprive Nagezahnveränderung fällt völlig identisch aus, ob wir es mit einem noch wachsenden oder bereits ausgewachsenen Tier zu tun haben, und trotzdem müssen wir sie einmal als rachitisch, das anderemal als osteomalacisch bezeichnen. Solche Beispiele, die man leicht vermehren könnte, ließen mir schon 1911 als nötig erscheinen, für beide einen gemeinsamen Namen zu finden, in dem der Begriff der kalklosen Apposition zum Ausdruck kommen müßte, worauf der Zusatz der Worte infantil, juvenil, puerperal, senil, parathyreopriv etc. die einzelnen Gruppen charakterisieren müßte, die aufrecht erhalten werden sollten. Diesem von mir geäußerten Bedürfnis kommt Jul. Bauer mit dem Vorschlag entgegen, von »kalziopriver Osteopathie« zu sprechen. Doch sagt dieser Name nicht, daß die Kalkarmut auf gehemmter Apposition beruht. Ogata wieder will auch die Rachitis Osteomalacie nennen. Ferner schlug in gleicher Intention Axhausen den Namen »Osteodystrophie« vor. Doch wird sich das Wort schwerlich einbürgern, da es eben den Begriff der kalklosen Apposition nicht zum Ausdruck bringt und bloß die Knochenveränderung betont. Die früher schon von Recklinghausen für diese ganze Gruppe von Krankheiten gewählte Bezeichnung »Malacie« hat schon darum kaum Aussicht auf allgemeine Anerkennung, weil der Autor darunter eine sehr verschiedenartige Kombination von kalkloser Apposition mit Halisterese versteht, welche letztere eigentlich als verlassen angesehen werden kann.

* * *

Wir gehen zur Frage über, wie die Vergrößerung der Ek. bei unseren Rachitistieren zu erklären sei und wie sich die Ek.-Befunde in die bisher von den Autoren geäußerten Vorstellungen von der Pathogenese der Rachitis einfügen lassen. Zunächst handelt es sich um die fundamental wichtige Frage, ob wir uns die Ek.-Vergrößerung als die Ursache oder als die Folge der Rachitis vorzustellen haben. Schon gelegentlich der ersten positiven Ek.-Befunde bei der Osteomalacie gelangte ich zu dem Resultate, daß wir uns unmöglich die Ek.-Vergrößerung als die Ursache, sondern nur als die Folge der Osteomalacie vorstellen können und diese Deutung, gegen die sich mit einer Ausnahme (siehe unten) noch kein Widerspruch geregt hat, müssen wir auch jetzt bei der Rachitis aufrecht erhalten. Demnach bestünde bei der Rachitis ein erhöhtes Bedürfnis nach funktionierendem Ek.-Gewebe, denn die normalen Ek. werden relativ insuffizient und das gibt den Reiz ab zu ihrer Hyperplasie und Hypertrophie.

Nur so läßt es sich verstehen, daß die Tetanie, die sowohl bei Rachitis, als auch bei Osteomalacie in so charakteristischer Weise vorkommt, und die, wie bereits mit Sicherheit festgestellt ist, ein Zeichen insuffizienter Ek.-Funktion ist, sich eben bei zwei Krankheiten findet, bei denen gerade eine Vergrößerung der Ek. zu konstatieren ist. Erst in jüngster Zeit stellt Julius Bauer 12 Literaturangaben über die Kombination von Tetanie und Osteomalacie zusammen. Sonderbarerweise bezeichnet Bauer aber die positiven Ek.-Befunde bei Osteomalacie darum als nicht spezifisch, weil sie auch ohne Osteomalacie vorkommen. Als ob heute jemand an dem Zusammenhang von Akromegalie mit Hypophysentumoren zweifeln würde, weil letztere auch ohne Akromegalie vorkommen! Auch legt Bauer den Ek.-Befungen keinen allzugroßen Wert bei, denn statt des erwarteten Minus (Tetanie!), findet sich ein Plus an Ek.-Gewebe. An meiner Erklärung dieses Verhaltens durch gesteigerte Inanspruchnahme der Ek. findet er kaum eine genügende Befriedigung, versucht aber selbst nicht dieses Verhalten zu erklären. Ich halte an meiner ursprünglichen Auffassung fest, da sie mir als die einzig mögliche erscheint.

So sehen wir auch bei der Ratte nach der Ek.-Exstirpation eine Kalkverarmung des Nagezahndentins und Knochengewebes auftreten, die völlig identisch ist mit den Bildern bei der spontan rachitischen Ratte. Wenn wir aber bei ersterer einen Mangel der Ek., bei letzteren eine kontinuierlich vor sich gehende Vergrößerung der Ek. finden, so ist für diese eben kein anderer Grund möglich, als nur der, daß die bisherige Menge des Ek.-Gewebes beim Eintritt der Rachitis relativ ungenügend geworden war. Ein Zeichen der fehlenden oder insuffizienten Ek.-Funktion ist ja die Kalkverarmung der Nagezähne und Knochen in beiden Fällen; freilich sind wir noch weit davon

entfernt genau zu wissen, warum ein relativ sehr geringes Quantum von Ek.-Gewebe dem normalen Organismus genügt, und warum es bei Rachitis insuffizient wird und darauf der Anreiz zur Hyperplasie und Hypertrophie entsteht.

Nur durch einen solchen von einer allgemeinen Stoffwechselstörung ausgehenden Anreiz ist es auch zu verstehen, daß sich bei der Rachitis nicht nur die Haupt-Ek., sondern auch die akzessorischen Ek. vergrößern. Wo immer ein noch so kleines Partikelchen dieses hochspezifischen Gewebes auch liegen mag, es gerät bei Rachitis der Ratte in Wucherung.

Nehmen wir aber an, daß die Ek.-Vergrößerung das Primäre, die Rachitis das Sekundäre ist, dann müßten wir erst noch fragen, warum jedes kleinste verfügbare akzessorische Ek. sich an der Vergrößerung beteiligt. Würde man die Annahme machen, die Rachitis sei die Folge der Ek.-Vergrößerung, so käme man bei einem an Tetanie leidenden Falle von Rachitis in den Konflikt, die Tetanie als Folge der Insuffizienz der Ek. und die Rachitis desselben Individuums als die Folge der Vergrößerung und Überfunktion (siehe unten) desselben Ek. anzusehen. Auf keinen Fall geht es an, die Rachitis als eine Folge der Ek.-Vergrößerung zu bezeichnen, wie wir etwa den Basedow als Folge der Schilddrüsenvergrößerung oder die Akromegalie als Folge der Hypophysenvergrößerung ansehen. Höchstens könnte man sagen, die Rachitis sei die Folge jener relativen Ek.-Insuffizienz, die dann auch zur Ek.-Vergrößerung führe.

In der Schwangerschaftsveränderung der Hypophyse haben wir auf physiologischem Gebiete ein Analogon zu der pathologischem Ek.-Veränderung bei Rachitis und Osteomalacie. Diese Hypophysenveränderung ist eine Folge der Schwangerschaft, wie die Ek.-Veränderung eine Folge der Rachitis. Beide Veränderungen beruhen auf einer Hyperplasie und Hypertrophie dieser Blutdrüsen.

So wie es nicht angeht, anzunehmen und auch noch von keiner Seite angenommen wurde, daß die in der Schwangerschaft vergrößerte Hypophyse funktionell minderwertig ist, vielmehr das Gegenteil der Fall ist, so muß auch angenommen werden, daß die enorm hypertrophischen und hyperplastischen Ek. bei Rachitis ein Plus von Arbeit verrichten.

Wie es aber kommt, daß bei Rachitis von den Ek. ein Plus an Arbeit gefordert wird, läßt sich augenblicklich ebensowenig genau sagen, als die Frage beantworten, warum in der Schwangerschaft an die Hypophyse erhöhte Anforderungen gestellt werden.

* * *

So sicher auch gesagt werden kann, daß das Ek. bei der Rachitis und Osteomalacie ein wichtiges Glied in der Kette der Pathogenese ist, so sehr müssen wir uns vor Augen halten, daß unsere heutigen Kenntnisse es noch nicht gestatten, das Nähere dieser Zusammenhänge mit absoluter Sicherheit zu erfassen. Wir sind hier ausschließlich auf Vermutungen und Hypothesen angewiesen und es kann daher höchstens nur unsere Aufgabe sein, die hier in Betracht kommenden Möglichkeiten aufzuzählen. Auf alle Fälle jedoch wird eine annehmbare Hypothese die Forderung zu erfüllen haben, die Ek.-Veränderung in einen sinngemäßen Zusammenhang mit der Skelettveränderung zu bringen.

Je nachdem ob wir uns das Ek. als eine Drüse mit innerer Sekretion im engeren Sinne oder als entgiftendes Organ vorstellen, muß auch die Vorstellung, die wir uns von seinem Zusammenhang mit Rachitis und Osteomalacie machen, verschieden ausfallen.

Ist das Ek. ein Organ mit innerer Sekretion, so könnte es sein, daß sein mit dem Blute dem Knochen zugeführtes Sekret es ist, welches unter normalen Umständen das Osteoid derart beeinflußt, daß es zur Kalkaufnahme befähigt wird. Nach der Nomenklatur von Stöltzner und Salge würde das Ek.-Sekret das Osteoid zur potentiell kalkhaltigen Substanz umwandeln. Diese Eigenschaft legten Stöltzner und Salge aber einem inneren Sekret der Nebennierenrinde bei, während Ribbert, ohne sich auf eine Blutdrüse zu beziehen, meint, dem Osteoid fehle bei Rachitis irgend etwas, was normaliter die

Kalkablagerung vermittelt und bei der Heilung der Rachitis leicht in den Knochen hineingebracht werden kann. Nach Stoeltzner und Salge soll die Rachitis so entstehen, daß ein Mikroorganismus die Nebennierenrinde schädigt, daher nicht genügend Nebennierensekret vorhanden ist und so im Knochen Osteoid in pathologisch großer Menge auftritt. Somit würde ein absoluter Mangel von Nebennierensekret die Ursache der Rachitis sein.

Von unserem Standpunkte müßte man aber sagen, die Rachitis und Osteomalacie sei eine Folge davon, daß die Menge des Ek.-Sekretes pathologisch klein ist. Und dies kann zwei Ursachen haben:

1. Das Sekret wird nicht in genügender Menge gebildet.

2. Es wird in normaler Menge gebildet, aber anderweitig verbraucht.

Ad 1. Eine ungenügende Ek.-Sekretion könnte in einer Parenchymschädigung der Ek. den Grund haben. Da wir aber in den Ek. bei Rachitis niemals irgendwelche Anzeichen für eine stattgehabte Parenchymschädigung nachweisen konnten, so haben wir zumindest keinerlei Anhaltspunkte für diese Annahme.

Wir werden daher ad 2. anzunehmen haben, daß das Ek. auch bei Rachitis weiter in normaler Weise sezerniere, das normale Ek.-Sekret aber durch ein nach Art und Herkunft uns unbekanntes Agens verbraucht oder zerstört werde, so daß das Osteoid infolge des ihm mangelnden Ek.-Sekretes in jenem Zustande verharrt, in dem es zur Kalkaufnahme nicht fähig ist. So entsteht die rachitische oder osteomalacische Veränderung der Knochen durch ein vom Standpunkt des Skelettes zwar bestehendes, aber nicht absolutes, sondern relatives pathologisches Minus an Ek.-Sekret. Daraufhin stellt sich im Organismus ein pathologisch gesteigerter Bedarf nach Ek.-Sekret ein, welcher den Reiz für die Hyperplasie und Hypertrophie der Ek. abgibt. Somit wäre diese Ek.-Vergrößerung eine Art therapeutischer Selbsthilfe, aber, wenn man so sagen darf, nicht nach Art einer ätiologischen Therapie, die die Bildung des das Ek.-Sekret zerstörenden Agens hintanzuhalten hätte, sondern nach Art einer symptomatischen Therapie, bei der durch Überproduktion von Sekret trotz der Anwesenheit des unbekannten Agens dem Bedürfnis des Skelettes entsprochen werden soll.

Nehmen wir aber an, daß das Ek. ein entgiftendes Organ ist, so könnte es sein, daß schon im normalen Organismus eine Substanz gebildet wird, welche der Knochenverkalkung hinderlich ist, und daß den Ek. schon normaliter die Aufgabe zufällt, diese Substanz zu neutralisieren und so das Knochengewebe kalkaufnahmsfähig zu erhalten. An etwas ähnliches müssen Stöltzner und Salge auf dem Gebiete der Nebenniere gedacht haben, als sie die Möglichkeit erwogen, daß die Nebenniere aus dem Osteoid normaliter auf dem Blutweg einen Stoff zugeführt bekomme, um ihn zu verändern. Nur ist es nicht gerade einzusehen, warum der Stoff aus dem Osteoid stammen muß. Auch Hecker spricht von einem unbekannten giftigen Stoffwechselprodukt, welches eine schädliche Wirkung auf das Knochengewebe ausübe, normaliter aber durch die Ek. entgiftet werde. Endlich denkt auch Ribbert an die Möglichkeit eines Toxins, das die Kalkaufnahme im Knorpel und Knochengewebe verhindert.

Wenn wir danach fragen, wie bei dieser Eventualannahme das Zustandekommen der Rachitis zu denken sei, so muß man zugeben, daß eine pathologische Anhäufung jener der Knochenverkalkung hinderlichen Substanz auf zweierlei Weise erklärt werden könnte:

1. So, daß sie zwar in normaler Menge gebildet, aber durch die Ek. in ungenügendem Grade unschädlich gemacht wird, und zwar infolge Erkrankung und Funktionsuntüchtigkeit des Ek.-Parenchyms. Das entspricht auch der Annahme von Hecker fürs Ek. und von Stöltzner und Salge für die Nebennierenrinde. Unsere Ek.-Befunde zeigen aber, wie schon erwähnt, nichts, was auf eine zu funktioneller Insuffizienz führende Parenchymschädigung schließen ließe, so daß wir diese Möglichkeit fallen lassen müssen. Wir können eben eine absolute Insuffizienz der Ek. nicht akzeptieren.

2. Es bleibt daher nur noch übrig, anzunehmen, daß die der Knochenverkalkung hinderliche Substanz bei Rachitis darum zunimmt, weil sie in pathologisch großer Menge produziert wird und so die normal funktionierenden Ek. ihrer nicht Herr werden können. Darnach bestünde eine zwar nicht absolute, jedoch eine relative Insuffizienz der Ek. Der pathologische Überschuß dieser Substanz nun ist die Ursache

der pathologisch großen Osteoidmenge und gibt zugleich auch jenen Reiz ab, der die Ek. zur Hyperplasie und Hypertrophie anregt, denn es besteht ein gesteigertes Bedürfnis nach der entgiftenden Tätigkeit der Ek. Und auch hier hätte somit die Ek.-Vergrößerung eine therapeutische Selbsthilfe zu erfüllen, und zwar nach Art der symptomatischen, nicht ätiologischen Therapie, denn es wird dadurch nicht die gesteigerte Giftproduktion hintangehalten, sondern die pathologisch große Giftmenge zu neutralisieren gesucht.

Wenn wir das eben Gesagte kurz zusammenfassen, so müssen wir sagen, daß wir das Vorhandensein von kalkloser Knochenapposition in pathologisch großer Menge bei Rachitis und Osteomalacie entweder so zu erklären haben, daß das die Knochenverkalkung bedingende Ek.-Sekret durch uns unbekannte Substanzen pathologischerweise verbraucht und so dem Skelett entzogen wird, oder so, daß eine der Knochenverkalkung hinderliche, durch die Ek. zu neutralisierende Substanz in so großer, pathologischer Menge gebildet wird, daß die normalen Ek. ihrer nicht Herr werden können. Bei beiden Erklärungsversuchen besteht nur eine relative und nicht eine absolute Insuffizienz der Ek., ein gesteigertes Bedürfnis nach funktionierendem Ek.-Gewebe, und dies hat zur Folge, daß die Ek. hypertrophisch und hyperplastisch werden.

Wiewohl in unserem Tiermaterial sich keine Fälle geheilter überstandener Rachitis finden, müssen wir uns die Frage vorlegen, wie sich die Ek. nach Ablauf der Rachitis verhalten. Vermutlich wird sich in analoger Weise wie die Involution der Schwangerschaftsveränderung der Hypophyse post partum auch die Ek.-Vergrößerung nach Ablauf der Rachitis zurückbilden und wohl auch, wie in der Hypophyse, so, daß zuerst die Zellhypertrophie verschwindet und erst viel später die Zahl der Zellen abnimmt. Zu dieser Vermutung geben uns unsere zwei mit Marasmus kombinierten Rachitisfälle Anlaß, wo die Ek. zwar noch sehr deutlich die rachitische Zellvermehrung aufweisen, aber die Zellen bereits hochgradig atrophisch geworden sind. Freilich war hier der Grund für die Zellatrophie nicht Heilung der Rachitis, sondern Marasmus.

Wir sehen, wie wir beim Versuch, die Stellung der Ek. in der Pathogenese der Rachitis und Osteomalacie näher zu präzisieren, immer wieder mit hypothetischen Substanzen operieren müssen. Ob diese in Wirklichkeit bestehen oder nicht, wird uns solange verborgen bleiben, solange wir die Ätiologie der Rachitis nicht kennen. Darum wollen wir hier abbrechen, um uns nicht in Ideengänge und Ausführungen zu verlieren, von denen es einst heißen könnte, sie wären besser unterblieben. Wir wünschen nur, es möchte manches schon auf dem Papier Befindliche diesem Vorwurf entgehen.

Die Erforschung der Ätiologie der Rachitis und Osteomalacie muß aber unser Ziel bleiben, dem die Forscher schon seit Jahrhunderten ebenso eifrig wie vergebens entgegenstreben. Da, wo v. Ritter 1863 von den für die damalige Zeit bedeutenden Fortschritten der histologischen und chemischen Rachitisforschung spricht, entschlüpft ihm die folgende Resignation: »Dennoch reichen selbst diese glänzenden Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung nicht hin, das undurchdringliche Dickicht zu erhellen, in welches die ersten Anfänge, das eigentliche Wesen unserer Krankheit gehüllt sind.« Nicht viel anders ist die Stimmung bei unseren modernen Forschern, wie Pommer und Schmorl, die ja selbst die Rachitismorphologie in einer Weise gefördert haben, wie sie 1863 wohl als kaum denkbar erschienen wäre. Immer ungestümer wird der bisher unbefriedigte Drang nach Erkenntnis der Rachitisätiologie und bei Stöltzner und Salge lesen wir 1901 die folgenden charakteristischen Sätze: »Die Lehre von der Rachitis lechzt geradezu nach neuen Gesichtspunkten.« »In dem bisherigen Geleise ist nicht vom Fleck zu kommen.« »Die ganze Richtung der Forschung muß geändert werden, doch fehlt es dazu bisher an einem Wegweiser.« »Bei der völligen Ratlosigkeit, in der die Pathogenese und die Ätiologie der Rachitis sich zurzeit befinden, ist von einer neuen Theorie vor allem zu fordern, daß sie der Forschung neue, beantwortbare Fragen vorlege.« Wird die hier mit aller erdenklichen Sicherheit vorgenommene Einfügung des Ek. in die Pathogenese der Rachitis und Osteomalacie vielleicht jener neue Gesichtspunkt, jenes neue Geleise sein, das uns ein Wegweiser werden wird bei der Änderung der bisherigen Forschungsrichtung? Auf keinen Fall wird es der neuen Anschauung an neuen und hoffentlich auch beantwortbaren Fragen fehlen. Diese tauchen in Fülle schon da auf, wo es gilt, die Art und Weise, in der das Ek. in den normalen und patho-

logischen Kalkstoffwechsel eingreift, näher zu präzisieren. Es steht zu erwarten, daß, wenn wir die Pathogenese der Rachitis einmal vollkommen klargelegt haben werden, auch die Erkenntnis der Ätiologie nicht mehr lange auf sich wird warten lassen. Von dem einen gesicherten Punkte der Skelettveränderung und dem anderen ebenso gesicherten der Ek.-Veränderung aus wird sich der dritte, noch unbekannte, die Ätiologie, gewiß leichter finden lassen als bisher. Auf alle Fälle wird von nun an jeder Versuch einer Rachitisätiologie damit zu rechnen haben, nicht nur mit dem Skelett, sondern auch mit den Ek.-Veränderungen in Einklang gebracht werden zu können. Sollten die vorliegenden Untersuchungen in Zukunft auch nur ein wenig mit dazu beitragen, die Frage der Rachitisätiologie, die wir von unseren Vorgängern ungelöst übernommen haben, unseren Epigonen beantwortet zu übergeben, so wäre ihr Zweck reichlich erfüllt.

Literatur.

Askanazy, Über ostitis deformans ohne osteoides Gewebe. Baumgartens Arbeiten, Bd. 4, 1904, p. 398.

Axhausen, Arbeiten aus dem Gebiete der Knochenpathologie und Knochenchirurgie. Langenb. Arch., Bd. 94, p. 241, 1911.

Julius Bauer, Zur Klinik der Tetanie und Osteomalacie. Ein Beitrag zur Pathogenese der kalzipriven Osteopathie. Wien, Klin. Woch., 1912, Nr. 45.

Th. Bauer, Über das Verhalten der Epithelkörperchen bei der Osteomalacie. Frankf. Zeitschrift für Pathologie, Bd. 7, 1911, p. 231.

Berkeley und Beebe, A contribution to the physiology and chemistry of the parathyroid gland. The Journal of Medical Research, Vol. XX, Nr. 2, Februar 1909.

Breus und Kolisko, Die pathologischen Beckenformen, Bd. I, Absch. Rachitis, p. 435.

W. G. Mac Callum, Die Nebenschilddrüsen, Ergebnisse der inneren Medizin und Kinderheilkunde, Bd. XI, 1913.

Mac Callum und Vögtlin, Über die Beziehung der Parathyreoidea zum Calciumstoffwechsel und über die Natur der Tetanie, Zentralbl. f. d. Grenzgebiete, 1908, Bd. 11, p. 209.

— — On the relation of Tetany to the parathyroid glands and to calcium metabolisum. The Journal of experimental Medicine, Vol. XI, Nr. 1, 1909.

Canal, Influenza della paratiroidi sul processo di ossificazione nelle frattura. Gazzetta degli Ospedali e delle cliniche, 1909, Nr. 93, 5. August.

— Influenza delle paratiroidi sul decorso di guarigione delle frattura. Archivio pe le science mediche, Vol. 34, Nr. 6, 1910.

Cornil et Coudray, Du cal. Journal de l'anatomie et de la physiologie, 1904, p. 113.

— Évolution anatomique des fractures mobilisées. Revue de Chirurgie, 1904, p. 1.

Th. Dieterle, Die Athyreosis. Virchow's Archiv, 184. Bd., p. 56, 1906.

— Über endemischen Kretinismus und dessen Zusammenhang mit anderen Formen von Entwicklungsstörung. Jahrb. für Kinder., Bd. 14, p. 577, 1906.

v. Ebner, Über den feineren Bau der Knochensubstanz. Sitzungsber. der kaiserl. Akad. der Wissensch. in Wien, Bd. 72, III. Abth., p. 49.

J. Erdheim, Zur normalen und pathologischen Histologie der Glandula thyreoidea, parathyreoidea und Hypophysis, Ziegler's Beiträge, Bd. 33, p. 158, 1903.

— Tetania parathyreopriva, Mitt. a. d. Grenzgebieten, 1906, Bd. 16, p. 632.

— Über Epithelkörperbefunde bei Osteomalacie. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, math.-naturw. Klasse, Bd. 96, Abt. III, 1907.

— Über die Veränderungen der Zähne bei Rachitis weißer Ratten, von Hofr. Weichselbaum, mitgeteilt in der Deutschen Patholog. Gesellsch., 13. Tagung, 1909, p. 49.

— Zur Kenntnis der parathyreopriven Veränderung des Nagezahnes. Frankf. Zeitschr. für Pathologie, Bd. 7, 1911, p. 238.

— Über die Dentinverkalkung im Nagezahn bei der Epithelkörperchentransplantation, Frankf. Zeitschr. für Patholog. Bd. 7, 1911, p. 295

J. Erdheim, Über den Kalkgehalt des wachsenden Knochens und des Callus nach der Epithelkörperchenexstirpation. Frankf. Zeitschr. für Pathologie, Bd. 7, 1911, p. 175.

L. Fleischmann, die Ursache der Schmelzhypoplasie. Österr.-ungar. Vierteljahrsschr. f. Zahnheilk., 25. Jahrg., 1909, Heft IV.

— Rachitische Veränderungen des Dentins, Österr.-ungar. Vierteljahrsschrift f. Zahnheilk., 26. Jahrg., 1910, p. 11.

W. Gebhardt, Über funktionell wichtige Anordnungsweisen der gröberen und feineren Bauelemente des Wirbeltierknochens. Archiv f. Entwicklungsmechanik, Bd. 12, p. 1, 1901.

— Über quantitative und qualitative Verschiedenheiten in der Reaktion des Knochengewebes auf mechanische Einwirkungen. Verhandl. d. Anat. Gesellsch. 1902, Ergänzungsheft zum XXI. Bd. des Anatomischen Anzeigers 1902, p. 65.

— Auf welche Art der Beanspruchung reagiert der Knochen jeweils mit der Ausbildung einer entsprechenden Architektur? Arch. f. Entwicklungsmechanik, XVI, 1903, p. 377.

Hecker, Zur Pathologie der Schilddrüse und Nebenschilddrüsen. Gesellsch. f. Natur- und Heilk. zu Dresden, 15. Dezember, 1906, Münch. Med. Woch. 1907, p. 493.

O. Heubner, Lehrbuch der Kinderheilkunde, 1. Aufl. 1903, 2. Aufl., 1906.

J. Hohlbaum, Beiträge zur Kenntnis der Epithelkörperchenfunktion. Ziegler's Beiträge, Bd. 53, p. 91, 1912.

Alexandra Ingier, Über die bei der Schnüffelkrankheit am Rumpf- und Extremitätenskelett auftretenden Veränderungen. Frankf. Zeitschr. f. Pathologie, Bd. 12, 1913, p. 270.

Iselin, Wachstumshemmung infolge Parathyreoidektomie bei Ratten. Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 93, p. 494, 1908.

Kapsammer, Zur Frage der knorpeligen Callusbildung. Virchow's Archiv, Bd. 152, p. 157, 1898.

M. Kassowitz, Die normale Ossifikation und die Erkrankungen des Knochensystems bei Rachitis und hereditärer Syphilis. I. Teil 1881, II. Teil, 1. Abt. 1882, II. Teil, 2. Abt. 1885, Wien, Braumüller.

— Über Rachitis, II, Osteochondritis rachitica. Jahrb. f. Kinderh., Bd. 75, 1912, p. 194.

A. Kölliker, Die normale Resorption des Knochengewebes und ihre Bedeutung für die Entstehung der typischen Knochenformen, Leipzig 1873.

F. Lehnerdt, Phosphorsklerose und Strontiumsklerose, Jahrb. f. Kinderh., Bd. 72, p. 395, 1910.

— Warum bleibt das rachitische Knochengewebe unverkalkt? Ergebnisse der inneren Med. und Kinderh., Bd. 6, 1910, p. 120.

Leopold u. v. Reuss, Über die Beziehungen der Epithelkörperchen zum Kalkbestand des Organismus, Wien. Klin. Woch. 1908, p. 1243.

Looser, Über Spätrachitis, Deutsche Patholog. Gesellsch., 9. Tagung, 1905, p. 242.

— Über Spätrachitis und die Beziehungen zwischen Rachitis und Osteomalacie, Mitt. aus dem Grenzgeb., Bd. 18, 1908, p. 678.

Minkiewitsch, Tetania parathryreopriva und Hyperparathyreosis, J. D. Basel, 1908.

Molineus, Über die multiplen braunen Tumoren bei Osteomalacie. Langenbeck's Archiv, Bd. 101, p. 333. 1913.

L. Morel, Les parathyreoïdes dans l'ostéogenèse, Société de Biologie, Bd. 67, p. 780, 1909.

— Le parathyreoides dans l'ostéogenèse (Deuxième note). Société de Biologie, Bd. 68, p. 163, 1910.

— Le traitement des fractures par la médication parathyreoidienne. Arch. générales de Chirurgie, 4e année, Nr. 3, 25. Mars 1910, p. 231.

Morpurgo, Über eine infektiöse Form der Osteomalacie bei weißen Ratten, Ziegler's Beiträge, Bd. 28, p. 620, 1900.

— Verhandl. d. Deutsch. Patholog. Gesellsch., 3. Tag, p. 40, 1901.

— Durch Infektion hervorgerufene malacische und rachitische Skelettveränderungen an jungen weißen Ratten, Zentralbl. f. allgem. Patholog. u. patholog. Anatom., Bd. 13, 1902, p. 113.

— Über die infektiöse Osteomalacie und Rachitis der weißen Ratten, Verh. d. Deutsch. Pathol. Gesellsch., XI. Tag, p. 282, 1907.

Oehme, Über den Einfluß von Strontiumphosphat auf das Knochenwachstum bei kalkarmer Kost, Ziegler's Beitr., Bd. 49, p. 248, 1910.

Pfeiffer und Mayer, Experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Epithelkörpercheninsuffizienz, Mitt. a. d. Grenzgebieten, Bd. 18, 1907.

G. Pommer, Über die lacunäre Resorption in erkrankten Knochen, Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. i. Wien, III. Abt. Bd. 83, 1881.

G. Pommer, Untersuchungen über Osteomalacie und Rachitis, 1885.

— Diskussion zum Referatthema Rachitis, Verhandl. der Deutsch. Patholog. Gesellsch., 1909, p. 54.

P. Preiswerk-Maggi, Über den Einfluß der Parathyreoidektomie auf die Nagezähne der Ratte, Deutsche Monatsschr. für Zahnheilkunde, 1911, Heft 9, p. 641.

v. Recklinghausen, Vortrag, Deutsche Med. Woch. 1893, Nr. 21.

— Untersuchungen über Rachitis und Osteomalacie, 1910.

H. Ribbert, Beitrag zur Rachitis. Deutsche Med. Woch. 1913, p. 8.

Ritter von Rittershain, Die Pathologie und Therapie der Rachitis, Berlin 1863.

B. Romeis, Die Architektur des Knorpels vor der Osteogenese und in der ersten Zeit derselben. Archiv f. Entwicklungsmechanik, Bd. 31, p. 387, 1911.

W. Roux, Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen, Bd. I u. II, 1895.

— Über die Dicke der statischen Elementarteile und die Maschenweite der Substantia spongiosa der Knochen, Zeitschr. f. orthopädische Chirurgie, Bd. IV, 1896, p. 284.

J. Schaffer, Trajektorielle Strukturen im Knorpel. Verh. d. Anatom. Gesellsch., 25. Vers. zu Leipzig, 1911, p. 162.

M. B. Schmidt, Allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie der Knochen. Lubarsch-Ostertag, Ergebnisse, IV. Jahrg., 1899.

— Allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie der Knochen, Lubarsch-Ostertag, Ergebnisse V. Jahrg., 1900.

— Über syphilitische Osteochondritis, Verhandlungen der Deutschen Patholog. Gesellschaft, 9. Tagung 1905, p. 233.

— Referat über Rachitis und Osteomalacie, Verhandl. d. Deutschen Patholog. Gesellsch., 1909, p. 3.

— Die Bedeutung der Knorpelmarkkanäle für die Systemerkrankungen des wachsenden Skelettes. Korrespondenzblatt für Schweizer Ärzte, Bd. 40, 1910, p. 992.

G. Schmorl, Zur pathologischen Anatomie der Barlow'schen Krankheit. Ziegler's Beiträge, Bd. 30, p. 215, 1901.

— Über Rachitis tarda, Deutsches Arch. f. klin. Med., Bd. 85, 1905, p. 170.

— Über die Knochenverkalkung bei beginnender und bei heilender Rachitis. Verh. der Deutschen Patholog. Gesellsch., 9. Tagung, 1905, p. 248.

— Gesellsch. für Natur- und Heilkunde zu Dresden, 15. Dezember 1906, Münch. Med. Woche, 1907, p. 494.

— Die pathologische Anatomie der rachitischen Knochenerkrankung mit besonderer Berücksichtigung ihrer Histologie und Pathogenese. Ergebnisse der inneren Medizin und Kinderheilkunde, Bd. 4, 1909, p. 403.

— Die pathologische Anatomie der Rachitis, Gesellsch. f. Natur- u. Heilk. zu Dresden, 27. Februar 1909, Münch. Med. Woch., 1909, p. 1256.

— Über die Beziehungen der Knorpelmarkkanäle zu der bei Rachitis sich findenden Störung der enchondralen Ossifikation. Verh. d. Deutschen Patholog. Gesellsch., 1909, p. 40.

— Demonstrationen in der Gesellschaft f. Natur- u. Heilkunde zu Dresden, 12. Oktober 1912, Münch. Med. Woch. 1912.

F. Steudener, Beiträge zur Lehre von der Knochenentwicklung und dem Knochenwachstum, Abhandlungen der naturforsch. Gesellsch. zu Halle, Bd. XIII, p. 207, 1877.

W. Stöltzner, Pathologie und Therapie der Rachitis, Berlin 1904.

— und Salge, Beiträge zur Pathologie des Knochenwachstums, Berlin 1901.

Todyo, Über das Verhalten der Epithelkörperchen bei Osteomalacie und Osteoporose. Frankf. Zeitschr. f. Pathologie, Bd. 10, 1912, p. 219.

T. Toyofuku, Über die parathyreoprive Veränderung des Rattenzahnes, Frankfurter Zeitschrift für Pathologie, Bd. 7, 1911, p. 249.

H. Triepel, Einführung in die physikalische Anatomie, 3. Teil: Die trajektoriellen Strukturen, Wiesbaden 1908.

Virchow, Das normale Knochenwachstum und die rachitische Störung desselben. Virchow's Archiv, Bd. 5, 1853, p. 409.

E. Wieland, Über das physiologische Osteoid bei Föten und Neugeborenen und dessen Bedeutung für die histologische Diagnose der sogenannten angeborenen Rachitis und der Osteochondritis syphilitica. Deutsche medizinische Wochenschrift, 1909, p. 1520.

— Der angeborene Weich- oder Lückenschädel, Virchow's Arch., 197. Bd., p. 167, 1909.

— Klinische und anatomische Untersuchungen über sogenannte angeborene und über frühzeitig erworbene Rachitis, II. Teil, Anatomische Untersuchungen, Jahrb. für Kinderh., Bd. 70, 1909, p. 539.

— Die Frage der angeborenen und der hereditären Rachitis, Ergebn. d. inneren Medizin u. Kinderheilkunde, VI, 1910, p. 64.

F. Wohlauer, Atlas und Grundriß der Rachitis. Lehmanns medic. Handatlanten, Bd. X, 1911.

J. Wolff, Das Gesetz der Transformation der Knochen, Berlin, 1892.

Tafel I.

Tafel I.

Fig. 1, Fall 1. Totalansicht einer oberen Rippe bei 35 f. Vergrößerung. Verkalkter Knorpel: *vK*. Ruhender Knorpel (*rK*) mit Seitenausbuchtung *a*. Sehr niedere Knorpelwucherungsschicht: *KW*. Die sehr niedere präparatorische Verkalkungsschicht: *pV*. Schlußplatte (*b*) der sekundären Spongiosa: *s Sp*. Corticalis: *C*. Markhöhle: *M*.

Fig. 2, Fall 1. Totalansicht einer mittleren Rippe bei 35 f. Vergrößerung. Verkalkter Rippenknorpel: *vK*. Ruhender Knorpel: *rK*, mit starker Ausbuchtung auf der pektoralen (*a*) und geringer auf der pleuralen Seite (*b*). Der großzellige Knorpel erstreckt sich auf der pektoralen Seite (*c*) höher hinauf als auf der pleuralen (*d*). Knorpelwucherungsschicht: *KW*. Präparatorische Verkalkungsschicht: *pV*. Primäre Spongiosa: *p Sp*. Sekundäre Spongiosa: *s Sp*. Corticalis: *C*. Markhöhle: *M*.

Fig. 3, Fall 1. Detailbild der vorigen Figur bei 87facher Vergrößerung. In den Knorpel vordringende primäre Markbucht: *a*. Knöcherne Schlußplatte: *c*, darüberliegender kleinzelliger Knorpelrest: *d*, Mark der primären Spongiosa: *e*. Sonst alles wie in der vorhergehenden Figur.

Fig. 4, Fall 2. Totalansicht einer mittleren Rippe bei 35facher Vergrößerung. Verkalkter Rippenknorpel: *vK*. Ruhender Knorpel: *rK*, mit seitlicher Ausbuchtung *a*. Knorpelwucherungsschicht: *KW*. Präparatorische Verkalkungsschicht: *p*V. Primäre Spongiosa: *p Sp*, wegen des dichten Baues unübersichtlich. Sekundäre Spongiosa: *s Sp*, mit großen Markräumen. Riesenzellen im Mark: *c*. Periost: *e*, oben mit dem Ossifikationswulst *b* endend. Corticalis: *C*, oben bis *b* hinauf reichend.

Fig. 5, Fall 4. Totalansicht der Rippe bei 35facher Vergrößerung. Verkalkter Rippenknorpel: *vK*. Ruhender Knorpel: *rK*, mit Seitenausbuchtung *a* und zum Teil dunkelblau gefärbten Zellen *b*. Knorpelwucherungszone: *KW*. Präparatorische Verkalkungszone: *pV*. *p Sp*$_1$ und *p Sp*$_2$ = 2 primäre Spongiosabälkchen, eine weite primäre Markbucht *c* begrenzend. Sekundäre Spongiosa: *s Sp* mit Knorpeleinschlüssen. *aC* = alte Corticalis, bei *d* endend. *C*, *C* = junge periostale Auflagerung mit Gefäßkanälen, die von Osteoid umsäumt sind: *f*. Oberes Corticalisende in der Ossifikationsgrube: e. Riesenzelle im Knochenmark: *R*.

Fig. 6, Fall 6. Totalansicht der Rippe bei 35facher Vergrößerung. Verkalkter Rippenknorpel: *vK*. Ruhender Knorpel: *rK*, mit Seitenausbuchtung *a*. Knorpelwucherungszone: *KW*. Präparatorische Verkalkungszone: *pV*. *p Sp*$_1$ = kurze, *p Sp*$_2$ = lange primäre Spongiosabalken. *b* = Markraum der primären Spongiosa mit zelligem Mark. Ein vereinzeltes sekundäres Spongiosabälkchen: *s Sp*. Alte Corticalis: *aC*, bei *e*, *f* endend. Neue Corticalis: *n C* bei *c*, *d* die primäre Spongiosa unterstützend und bei *g* endend.

Fig. 7, Fall 7. Totalansicht einer mittleren Rippe bei 35facher Vergrößerung. Verkalkter Rippenknorpel: *vK*. Ruhender Knorpel: *rK*, mit Seitenausbuchtung *a*. *KW* = Knorpelwucherungszone (darin ein Fremdkörper *b*). Präparatorische Knorpelverkalkung: *pV*. *p Sp*$_1$ = kurze, *p Sp*$_2$ = lange primäre Spongiosabälkchen, *c* = große Markräume zwischen letzteren. Sekundäre Spongiosa: *s Sp*. Corticalis: *C*, bei *e* in lacunärer Resorption, bei *f* mit osteoider Auflagerung, bei *g* Osteoid in einem Gefäßkanal, *d* = langer Knorpeleinschluß in der Corticalis, der hoch hinauf bis in die präparatorische Knorpelverkalkung zu verfolgen ist.

Fig. 8, Fall 7. Obere Rippe bei 87facher Vergrößerung. Ruhender Knorpel: *rK* mit seitlicher Ausbuchtung *a*. Knorpelwucherungsschicht = KW, bei *b* langsam in die großzellige präparatorische Knorpelverkalkungsschicht *p*V übergehend, die bei *c* kleinzellig ist. Knöcherne Schlußplatte: *d*, bei *h* perforiert. Große Markbucht *e*, kleine Markbucht oberhalb der Schlußplatte *f*. Corticalis: *i*, deren Zusammenhang mit der Schlußplatte bei *g* aufgehoben ist. Blutgefäß: *l*. Riesenzelle im Mark: *m*.

Fig. 9, Fall 11. Ganze Rippenansicht bei 35facher Vergrößerung. Verkalkter Rippenknorpel: *vK*. Ruhender Knorpel: *rK*, mit seitlicher Ausbuchtung *a*. Knorpelwucherungszone: *KW*. *k* − *pV* = kalkfreie, *k* + *pV* = kalkhaltige präparatorische

Verkalkungsschicht. Bei *b* ist die Schicht ihrer ganzen Dicke nach kalklos. *pSp* = Bälkchen der primären, *sSp* = der sekundären Spongiosa mit Osteoid *O* und fibröser Hülle *c*. Große Markräume mit zelligem Mark: *d*. Corticalis: *C*, mit kalkhaltigen *e* und kalklosen Teilen *f*, *g*. Kalkloses oberes Corticalisende: *h*. Zelliges Mark der großen Markhöhle: *zM*.

Fig. 10, Fall 12. Totale Rippenansicht bei 35facher Vergrößerung. Verkalkter Rippenknorpel: *vK*. Ruhender Knorpel: *rK*, mit geringer Seitenausbuchtung *a*. Knorpelwucherungszone: *KW*. *k* − *pV* = kalklose obere, *k* + *pV* = kalkhaltige untere Partie der präparatorischen Verkalkungszone. Primäre Spongiosa mit Knorpeleinschlüssen: *pSp*. Sekundäre Spongiosa: *sSp*. *b* = fibröse Hülle der Knochenbälkchen. Zelliges Mark: *c*. Osteoid der sekundären Spongiosa: *O*. Zelliges Mark in der großen Markhöhle: *zM*. Corticalis: *C*, mit Osteoid: *d*. Osteoides oberes Corticalisende: *e*.

Fig. 11, Fall 15. Ganze Rippenansicht bei 35facher Vergrößerung. Verkalkter Rippenknorpel: *vK*. Ruhender Knorpel: *rK*, mit Seitenausbuchtung *a*. Fremdkörper: *k*. Knorpelwucherungsschicht: *KW*. Präparatorische Verkalkungsschicht: *pV*. In den Knorpel eingefressene Markbucht: *b*. Primäres Spongiosabälkchen mit zentralem Knorpeleinschluß: *pSp* und mit mächtiger osteoider Auflagerung *O*. Sekundäre Spongiosa: *sSp*, bogenförmig über den Markraum gespannt mit aufsteigenden Stützbalken *c*, Osteoid: *d* und Markräumen: *e*. Corticalis: *C*, bei *f* viel dünner, mit Osteoid *g*, *h*, und dem osteoiden oberen Corticalisende *i*. In der Markhöhle zelliges Mark: *zM*, mit Fettzellen *F* und Riesenzellen *RZ*.

Fig. 13, Fall 17. Totale Rippenansicht bei 35facher Vergrößerung. Man beachte, um wie viel größer hier und in den folgenden Figuren alle Dimensionen der Rippe im Vergleich mit den Figuren der normalen Rippen auf Tafel I sind, obwohl die Vergrößerung stets 35fach ist. Verkalkter Rippenknorpel: *vK*. Ruhender Knorpel: *rK*, mit seitlicher Ausbuchtung *a*. Knorpelwucherungszone: *KW*, nach unten konvex ausgebogen. Präparatorische Verkalkungszone: *pV*, enorm hoch, bei *h* vom Perichondrium bedeckt, ganz kalklos, bei *pV* verschiedenartige, bei *b* gleichartige Knorpelzellen. Bei *c*, *c*, *e*, *f* fleckweise Knorpelverkalkung. Gefäße in den Knorpel eingewachsen: *d*. Oberer Teil der sehr hohen sekundären Spongiosa überwiegend kalklos: *Sp*, unterer Teil der sekundären Spongiosa recht gut verkalkt: *i*. Corticalis: *C*, gut verkalkt mit periostalem Osteoidbelag 1, nach oben sich in eine Spongiosa auflösend. Sehr kalkarme Corticalis im Spongiosabereiche: *m*. Anverkalktes oberes Corticalisende: *g*.

Fig. 1

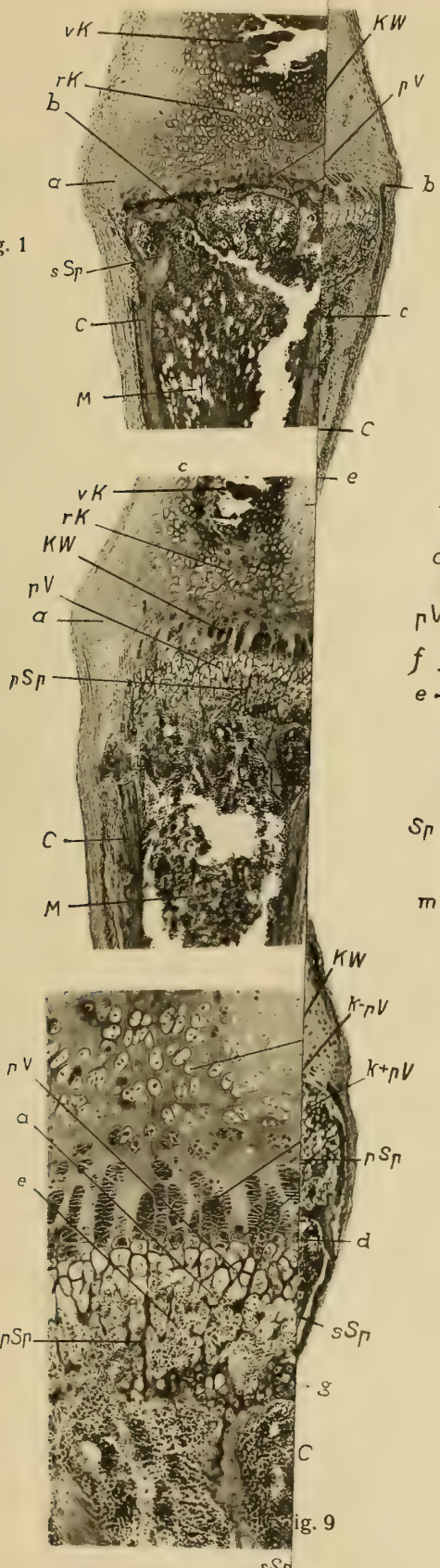


Fig. 9

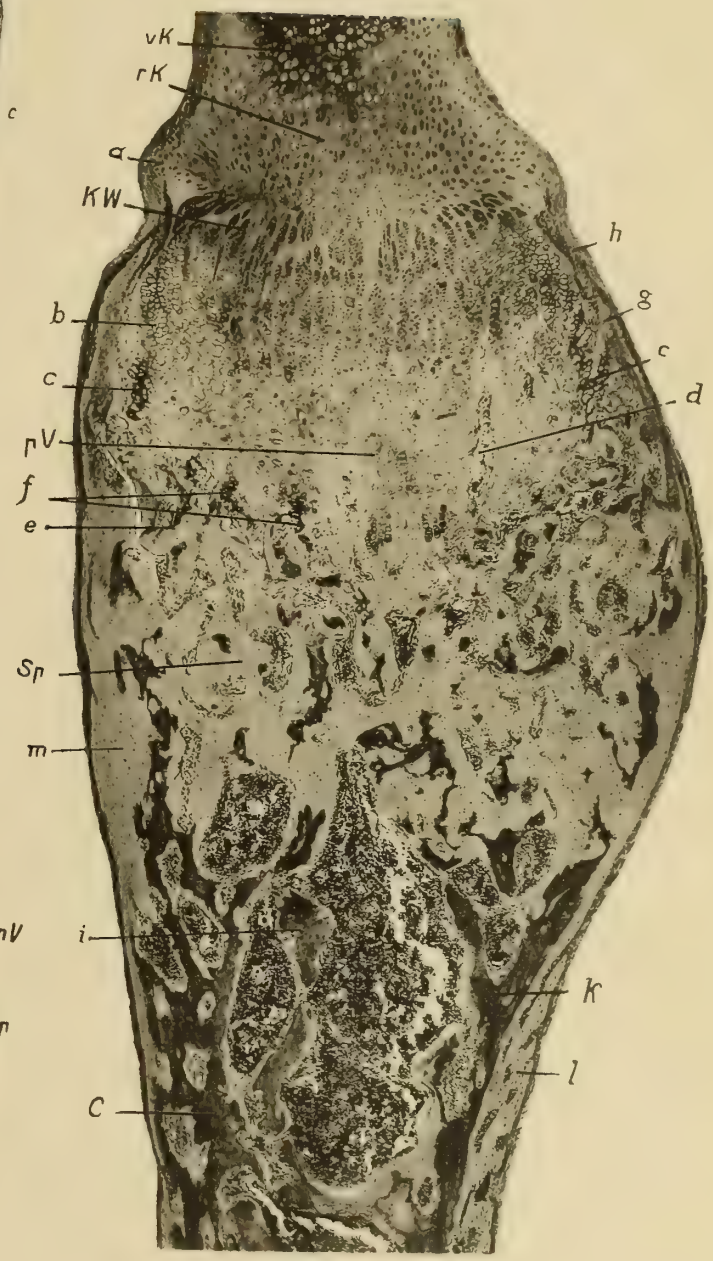


Fig. 13

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

Fig. 1

Fig. 1

Fig. 1

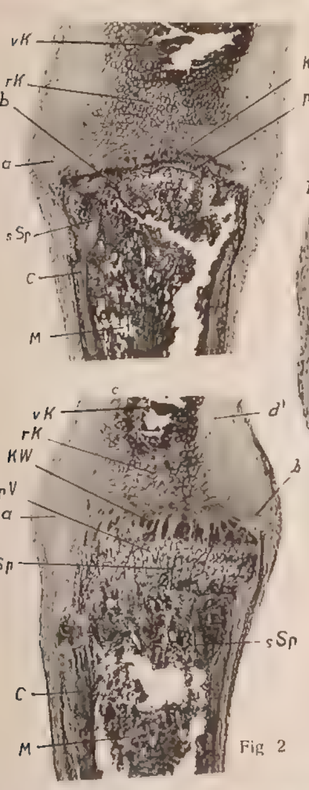


Fig. 1

Fig. 8

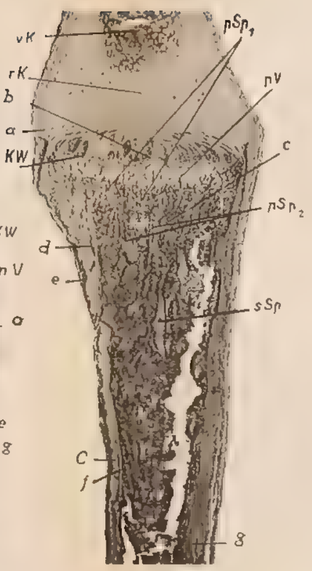


Fig. 7

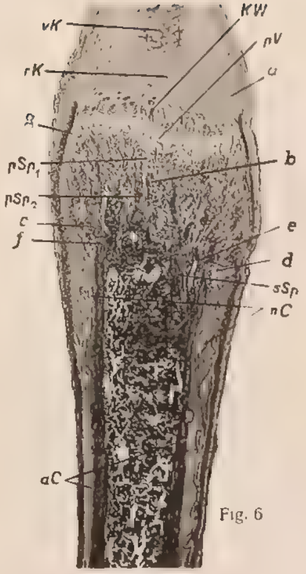


Fig. 6

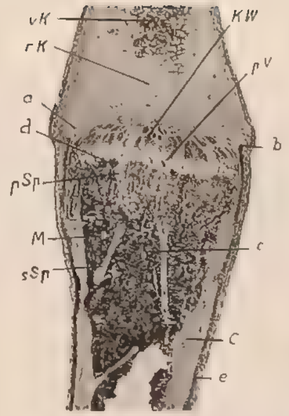


Fig. 4

Fig. 13

Fig. 2

Fig. 3

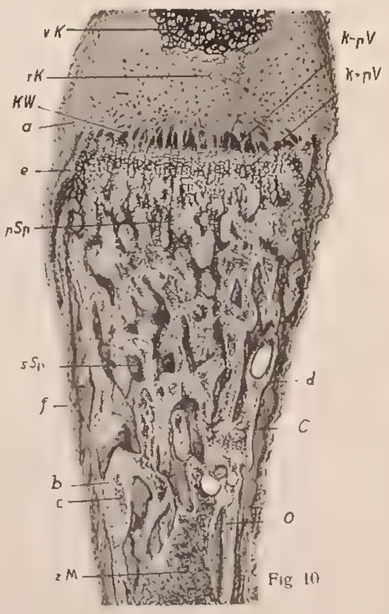


Fig 10

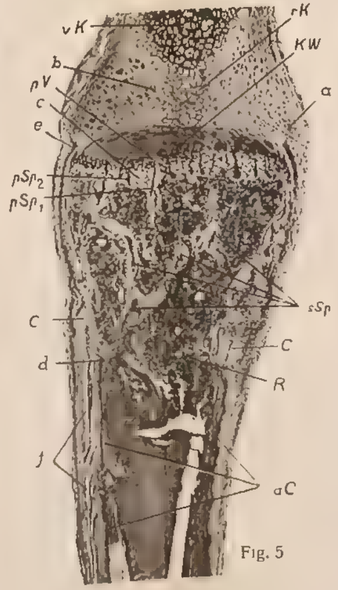


Fig. 5

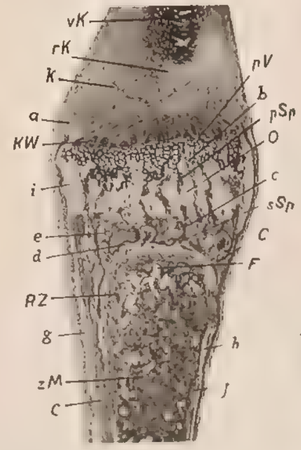


Fig. 11

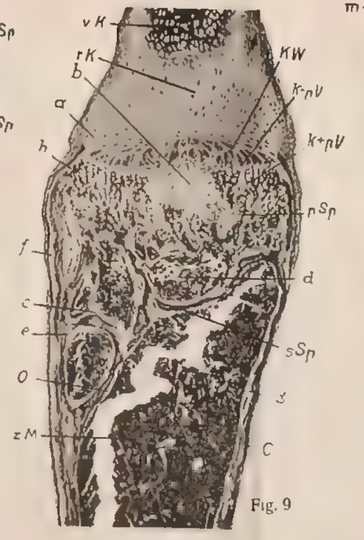


Fig. 9

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

Tafel II.

Tafel II.

Fig. 12, Fall 16. Totale Rippenansicht bei 35facher Vergrößerung. Verkalkter Rippenknorpel: *vK*. Ruhender Knorpel: *rK*, mit seitlicher Ausbuchtung *a*. Präparatorische Verkalkungszone ganz kalklos: *p*V, bei *b* in Sinterknorpel übergehend. Verkalkter Knorpel: *d*, verkalkter Knorpeleinschluß im primären Spongiosabälkchen: *c*, deren Knochenanwurf rein osteoid ist: *p Sp*. Sekundäre Spongiosa: *s Sp*, bei *e* ein Rundgewölbe bildend. Markräume: *f*. Zelliges Mark: *k*. Corticalis: *g*, mit dickem periostalen Osteoid: *p*, bei *m* ganz kalklos. Oberes Corticalisende: *n* auf eine lange Strecke ganz osteoid. Markhöhle: *O*.

Fig. 14, Fall 18. Totalansicht der Rippe bei 35facher Vergrößerung. Verkalkter Rippenknorpel: *vK*. Ruhender Knorpel: *rK*, mit seitlicher Ausbuchtung *a*. Knorpelwucherungszone: *KW*. Kalklose präparatorische Verkalkungszone: $k-pV$, bei $k+pV$ verkalkt. Bei *d* große, dunkle, bei *c* mehr normale Knorpelzellen. Primäre Spongiosabälkchen mit Knorpeleinschluß: *e*, Gefäße *f*, in die kalklose präparatorische Knorpelverkalkungsschicht eintretend. I, II, III die drei Schichten der sekundären Spongiosa. *h*, *l*, *t* = zentrale Verkalkung in Bälkchen. Osteoidsäume: *g*, *k*, *s*, *u*. Markräume: *i*, *m*, *r*. Corticalis: *n*, *o*, *p* bei *v* aus sehr dickem Osteoid aufgebaut, bei *w* oben endend.

Fig. 15, Fall 19. Totalansicht der Rippe. Der verkalkte Rippenknorpel (*vK*), der ruhende Knorpel (*rK*) und die Knorpelwucherungszone (*KW*) ohne Besonderheiten. Ausbuchtung des ruhenden Knorpels: *a*. *b* = tief einschnürende Ossifikationsgrube mit, namentlich rechts, stark verdicktem Ossifikationswulst. Obere Schicht der präparatorischen Verkalkungszone *pV*, axial bei *pV* aus locker stehenden Zellsäulen mit dunklen Kernen, lateral bei *c* aus dichtstehenden Zellsäulen mit hellen Kernen bestehend, überall kalklos. *e* = untere, auch kalklose Schicht der präparatorischen Verkalkungszone, vom Typus des Sinterknorpels, dunkler, mit Gefäßen f, von denen eines (*d*) etwas in die obere Schicht eintritt. Sekundäre Spongiosa: *s Sp* von kompaktem Bau, fast ganz kalklos, bei *g* in die Corticalis übergehend. Diese im Bereiche der Spongiosa wenig selbstständig hervortretend, oberes Corticalisende: *h*. 35fache Vergrößerung.

Fig. 16, Fall 20. Totalansicht der Rippe. Der verkalkte Rippenknorpel (*vK*) und der ruhende Knorpel (*rK*) ohne Besonderheiten; seitliche Ausbauchung des letzteren: *a*. Die Knorpelwucherungszone (*KW*) nicht verbreitert, aus mehr parallelen Zellsäulen bestehend. Die präparatorische Verkalkungszone verbreitert, ihre obere höhere Hälfte kalklos, hell ($k-pV$), die untere niederere, diskontinuierliche, kalkhaltige dunkel ($k+pV$). Die primäre Spongiosa (*p Sp*) an den dunklen Knorpeleinschlüssen zu erkennen, als eigene Schicht weniger hervortretend. Die sekundäre Spongiosa (*s Sp*) bildet eine sehr hohe Schicht, die Bälkchen zentral verkalkt (dunkel), stets mit breiten Osteoidsäumen versehen (hell) und von fibrösem Mark (*c*) eingesäumt. Zelliges Mark: *M*. Die Corticalis (*Sch*) hier noch spongiös mit ganz kalkloser oberer Spitze (*b*). Beachtenswert ist die mächtige Auftreibung der Rippe im Bereiche der sekundären Spongiosa. Vergrößerung 35fach.

Fig. 17, Fall 21 (*A*). Totalansicht der zu Anfang des Versuches resezierten Rippe bei 35facher Vergrößerung. Verkalkter Knorpel: *vK*. Ruhender Knorpel *rK*, mit Seitenausbuchtung *a*. Knorpelwucherungszone: *KW*. Präparatorische Verkalkungszone: *pV*. Primäre Spongiosa: *p Sp*, sekundäre Spongiosa: *s Sp*, bei *b* sich auf die Corticalis aufstützend. Corticalis: *C* mit Osteoid *c*. Fettzelle im Knochenmark: *d*.

Fig. 18, Fall 21 (*B*). Totalansicht einer bei der Obduktion gewonnenen Rippe bei 35 facher Vergrößerung. Verkalkter Rippenknorpel: *vK*. Ruhender Knorpel: *rK*, mit Seitenausbuchtung *a*. Knorpelwucherungsschicht: *KW*. Kalklose präparatorische Verkalkungszone: *k—pV* mit variabler, bei *h* normaler Zellbeschaffenheit. Bei *b*, *c*, *d*, *e* die präparatorische Verkalkungszone verkalkt. Markgefäß: *i*, in den Knorpel aufsteigend, bei *k* zwischen Schaft und Knorpel hinaufziehend, Gefäßkanal im Schaftende: *l*. *m* = verkalkter, *n*, *o* = osteoider Teil des Schaftes, *f*, *f* = gesimsartige Stütze desselben, rechts bei *f* verkalkt. Sekundäre Spongiosa: *g*. Kalkloser Schaftteil im Knorpelbereiche: *r*. Oberes Corticalisende: *s*, *t*.

Fig. 19, Fall 22. Totalansicht der Rippe bei 35facher Vergrößerung. Verkalkter Rippenknorpel: *vK*. Ruhender Knorpel: *rK*, mit seitlicher Ausbuchtung, welche bei *a* sehr gering, bei *b* nach unten gestülpt ist. Knorpelwucherungszone: *KW*. Präparatorische Verkalkungszone: *pV*. *pSp* = primärer, *sSp* = sekundärer Spongiosabalken. Mark = *M*, Corticalis = *C*, bei C_1 den Knorpel stützend, bei C_2 außer Kontakt gekommen mit dem Knorpel *c*; bei C_3 ein Spongiosabalken, der für die Corticalis die Stützaufgabe übernommen hat.

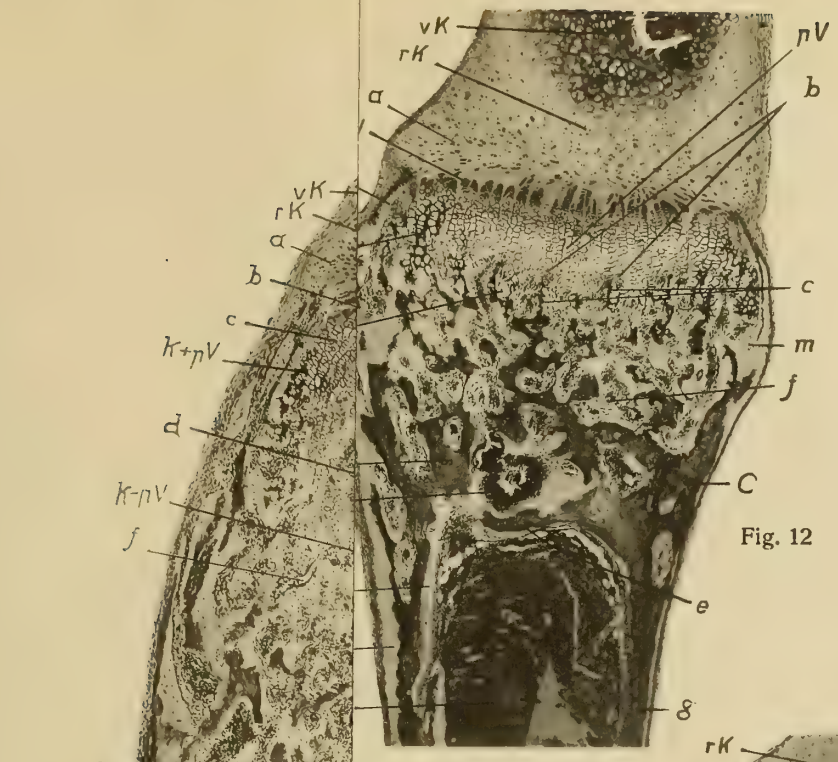


Fig. 12

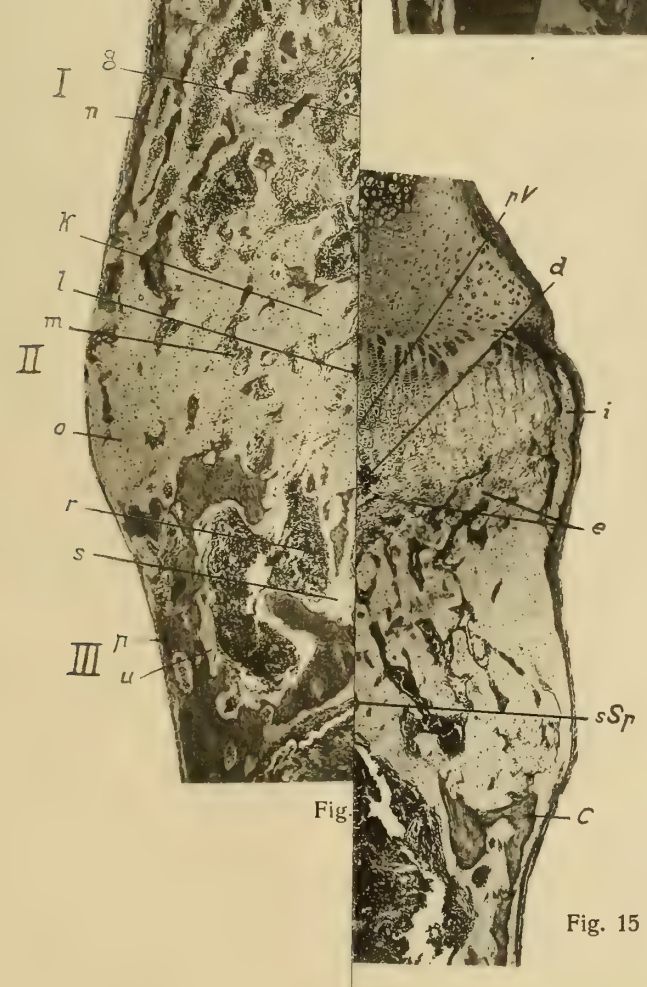


Fig. 15

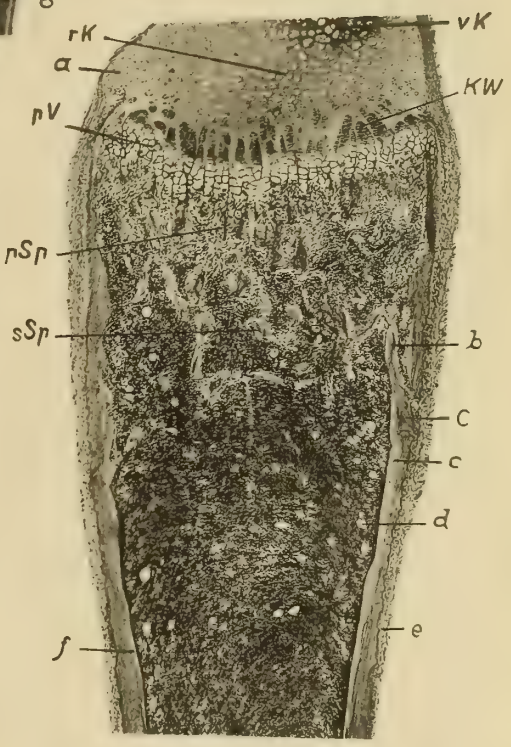


Fig. 17

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Fig.

Fig.

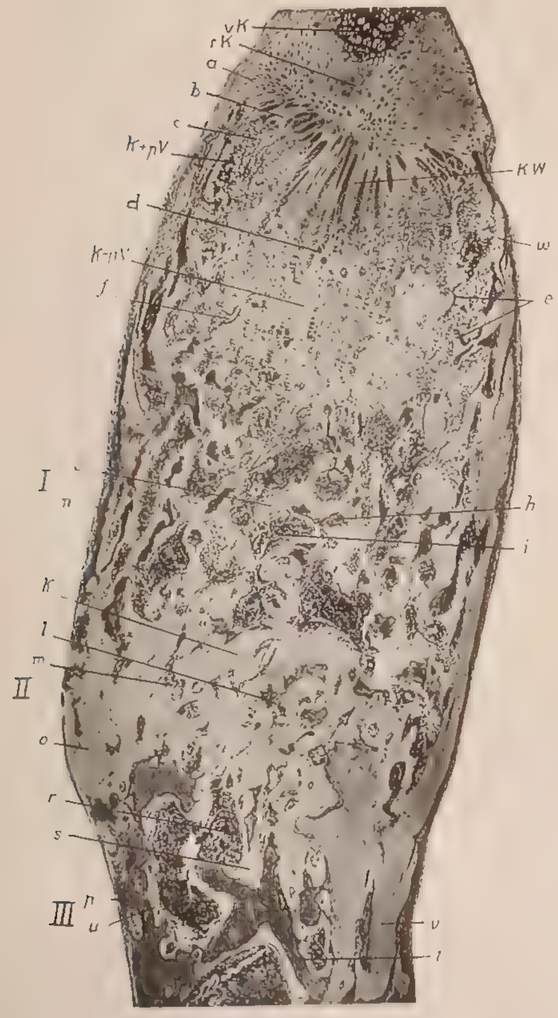


Fig. 14

Fig. 16

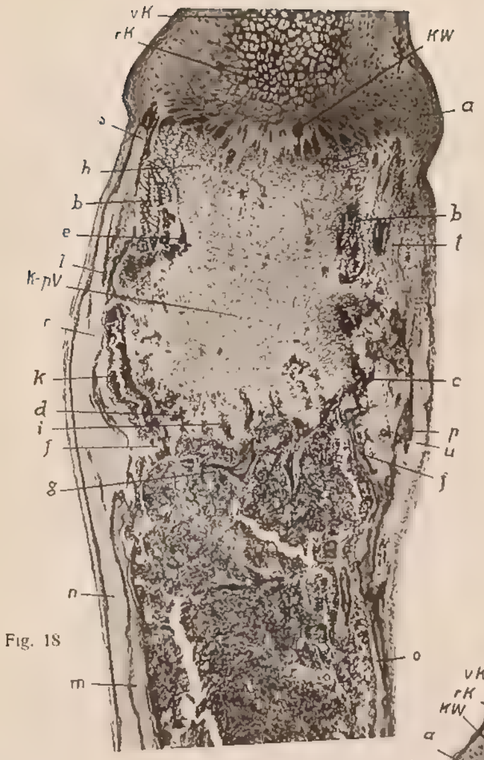


Fig. 18

Fig. 12

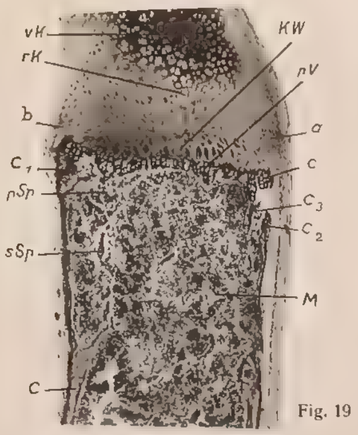


Fig. 19

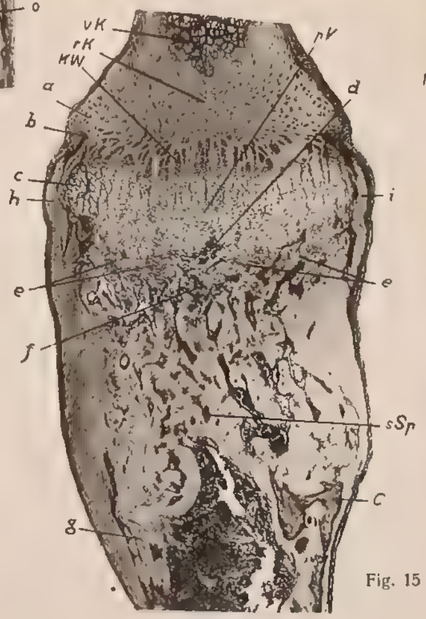


Fig. 15

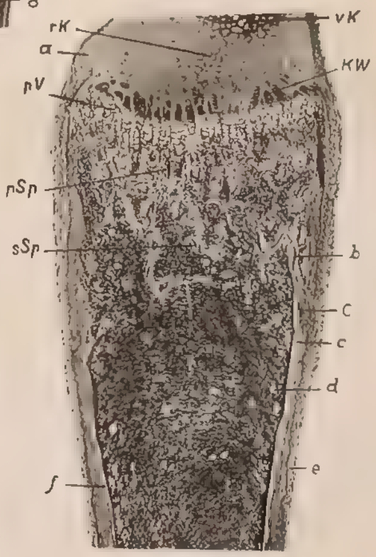


Fig. 17

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

Tafel III.

Tafel III.

Fig. 1, Fall 2. Totalansicht eines Backenzahnes bei 35facher Vergrößerung. *a*, *a* = verkalktes Dentin der Krone und Wurzel. *b*, *b* = Dentinoidstreifen in Krone und Wurzel. *c*, *c* = Odontoblastenschicht, bei *g* unterbrochen. *d* = Zement, nach oben (*f*) sich fortsetzend. *h* = Pulpahöhle mit Gefäßen. *k* = Alveolarperiost. *e* = Kieferknochen.

Fig. 2, Fall 9. Teilansicht eines Backenzahnes bei 35facher Vergrößerung. *a* = verkalkter Dentinteil. *b* = das Dentinoid der Krone, *c* = der Wurzel, dieses mehr als die Hälfte der Dentindicke einnehmend, mit linear scharfer Kalkgrenze. *d* = isolierte Dentinkugel. *e* = Odontoblastensaum. *f* = die weite Pulpahöhle mit aufsteigenden Gefäßen. *g* = schmale Osteoidsäume im Kieferknochen.

Fig. 3, Fall 9. Ansicht eines anderen Backenzahnes desselben Falles bei 35facher Vergrößerung. Buchstabenbezeichnung die gleiche wie in Fig. 2. Das Dentinoid *c* nimmt hier weniger als die Hälfte der Dentindicke ein. $k + C$ = kalkhaltiges Zement. $k - C$ = Cementoid.

Fig. 4, Fall 12. Wurzelspitze eines Backenzahnes. $k - D$ = das Dentinoid der Wurzelspitze, hier kaum pathologisch verdickt. $k + D$ = das kalkhaltige Dentin, normal. $k + C$ = das kalkhaltige, $k - C$ = das kalkloses Cement. Vergrößerung 35fach.

Fig. 5, Fall 14. Wurzelspitze eines Backenzahnes bei 35facher Vergrößerung. *a* = Dentinoid der Wurzel, hier normal dick. Bei *c* fehlend. *b* = verkalktes Dentin. Das Cement stark entwickelt, an der Wurzelspitze eine Endanschwellung bildend (*h*), bei *d* verkalkt und kernreich, bei *e* kalklos und kernarm, bei *h* die Kalkgrenze unscharf. *f* = Kittlinie im verkalkten Cement. *P* = Pulpahöhle. *g* = lacunäre Resorptionsfläche am Kieferknochen.

Fig. 6, Fall 16. Wurzelspitze eines Backenzahnes mit umgebendem Kieferknochen. Das Dentin ist fast ganz verkalkt (*a*), der Dentinoidsaum an dieser Stelle von normaler Breite (*b*) und bei *c* fehlend. Das Cement reichlich, der Hauptsache nach verkalkt (*d*), Resorptionsräume (*h*) enthaltend. Bei *e* ein pathologisch breiter Cementoidsaum. Das Osteoid im Kieferknochen (*f*) ist reichlich und breit, am dicksten bei *g* am Gipfel der Alveolarsepta. Vergrößerung 35fach.

Fig. 7, Fall 19. Backenzahn. *P* = Pulpahöhle. Das Dentinoid der Krone und Wurzel ($k - D$) pathologisch verbreitert. Auf dem kalkhaltigen Cement ($k + C$) liegt eine mächtige Masse von Cementoid ($k - C$). *O* = sehr dicker Osteoidsaum am Gipfel des Alveolarseptums. 35fache Vergrößerung.

Fig. 8, Fall 21. Teilansicht einer Backenzahnwurzel bei 87facher Vergrößerung. *a* = der verkalkte Teil des Dentins. *b* = das pathologisch verdickte Dentinoid. *c* = die globuläre Kalkgrenze, in der isolierte Dentinkugeln (*d*) liegen. *e* = ins Dentinoid eingewachsene Odontoblasten, die bei *h* in mehrfach unterbrochener Reihe liegen. *f* = Cement. *g* = paradentärer Epithelkeim, in einer Grube des Cementes liegend. *k* = Osteoid an der Spitze des Alveolarseptums und an der Innenfläche der Alveole.

Fig. 9, Fall 23. Totalansicht des Backenzahnes bei 35facher Vergrößerung. *a* = verkalktes Dentin. *b* = Dentinoid der Krone, *d* = der Wurzel, bei *e* mit freien, großen Dentinkugeln. Oc d=ontoblastenreihe. *i* = verkalktes Cement. *f* = Cementoid von geringer, *g* = von mäßiger, *h* = von bedeutender Dicke. Die Pulpahöhle (*P*) ist noch sehr weit, die Wurzeln kurz, wie bei einem ganz jungen Tier. Am Kieferknochen (K) hier nichts besonderes zu sehen.

Fig. 12, Fall 15. Spitze des unteren Nagezahnes bei 35facher Vergrößerung. Nur die äußerste Zahnspitze ist bei *f* abgeschnitten. *b* bis *f* = die Nagelfläche, an der die Pulpa *c* bloßliegt. Das Dentin bei *b* recht gut verkalkt, aber doch auch von schmalen

kalkärmeren Streifen durchzogen und an der Nagefläche glatt abgeschliffen. Bei *d*, *g* ist das Dentin viel kalkärmer, blässer blau als bei *b*, anverkalkt, enthält kalklose Streifen mit kleinen isolierten Dentinkugeln (*e*) und ist an der Nagelfläche zackig zerfranst (*a*).

Fig. 15, Fall 16. Ein Teil des Dentins der konkaven Seite aus der Gegend zwischen mittlerem und vorderem Längendrittel des unteren Nagezahnes bei 35facher Vergrößerung. Mehr nach hinten ist das Dentin außen (*a*) gut verkalkt, innen (*b*) kalklos und die Kalkgrenze zwischen beiden ist breit und enthält isolierte Dentinkugeln. Mehr nach vorne wird das Dentin dicker, ist außen zum geringen Teile gut verkalkt (*c*), im übrigen aber von parallelen, kalklosen Streifen durchzogen (*d*), die isolierte und konfluierende, große und kleine Dentinkugeln enthalten. *e* = Odontoblastenschicht, bei *f* künstlich vom Dentin abgehoben. *g* = Pulpa, *h* = Alveolarperiost.

Fig. 16, Fall 16. Vom selben Zahn ein Teil der konvexen Seite des Dentins im mittleren Drittel bei 35facher Vergrößerung. *a* = kalkloses, *b* = kalkhaltiges, aber globulär gebautes Dentin, d. h. in der Art unvollständig verkalkt, daß zwischen den Dentinkugeln helle, kalklose Interglobularräume erhalten geblieben sind. *c* = Odontoblastenschicht. *d* = Pulpa.

Fig. 1

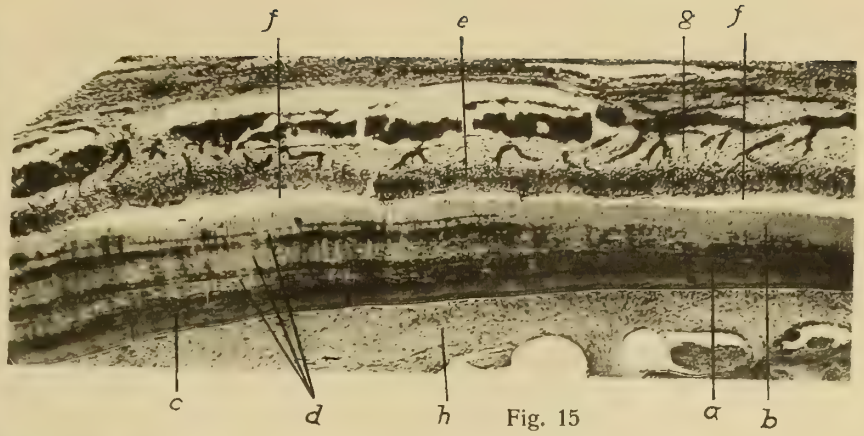


Fig. 15

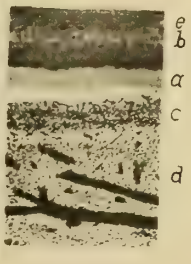


Fig. 16

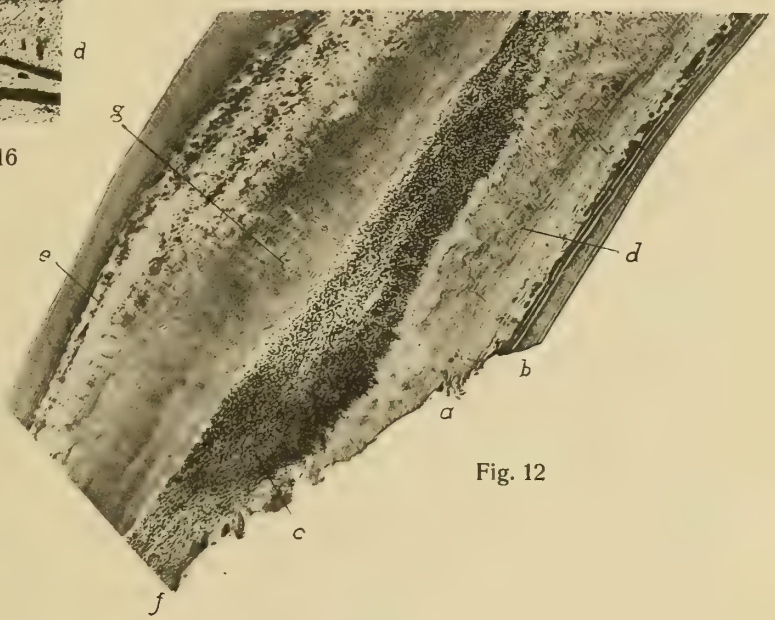
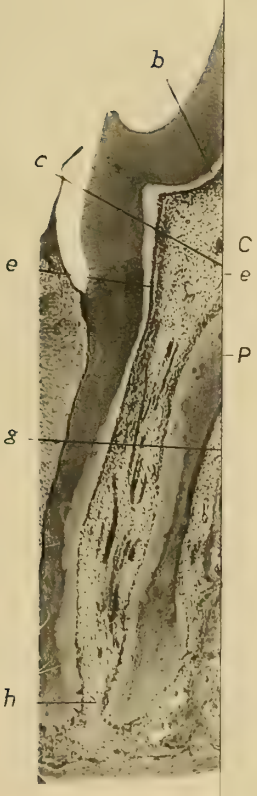


Fig. 12



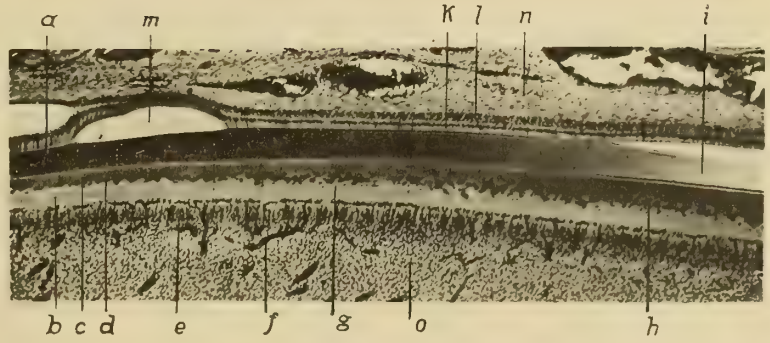


Fig. 8

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

Fig. 15,

Fig. 16,

Fig. 1

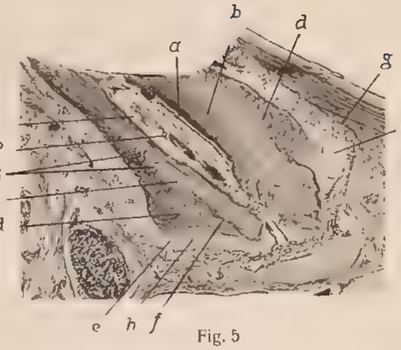


Fig. 5

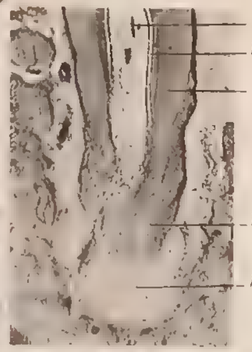


Fig. 4

Fig. 7

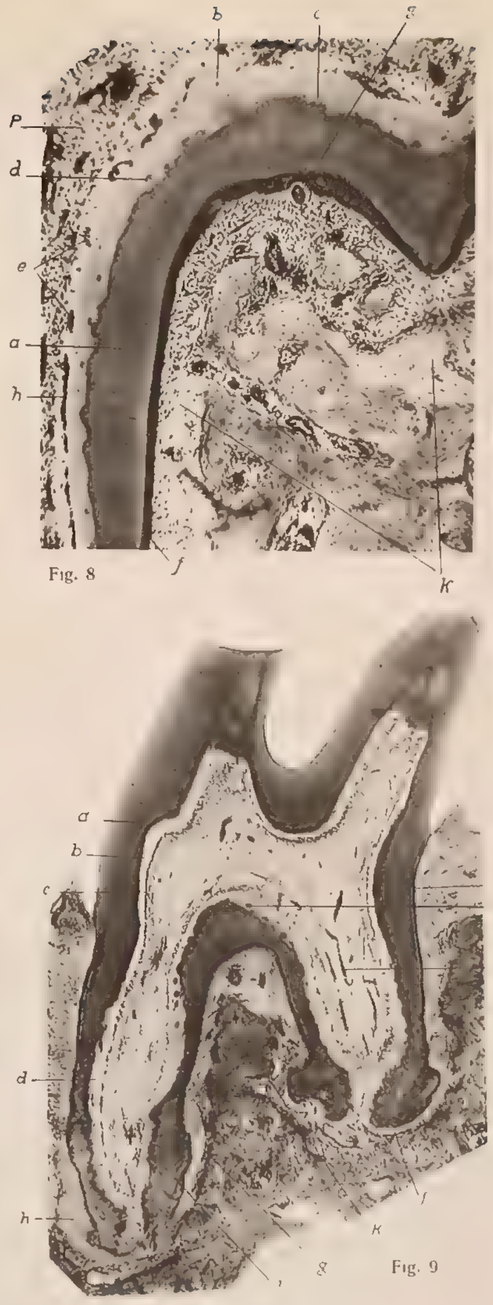


Fig. 8

Fig. 16

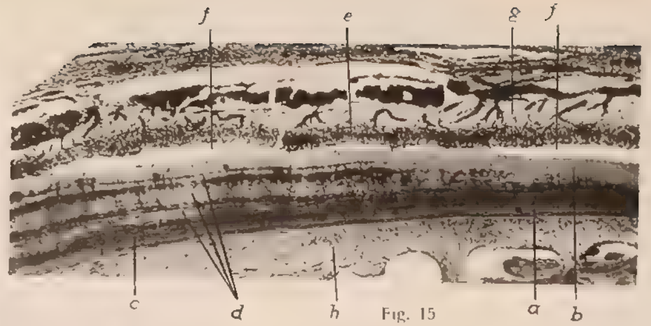


Fig. 15

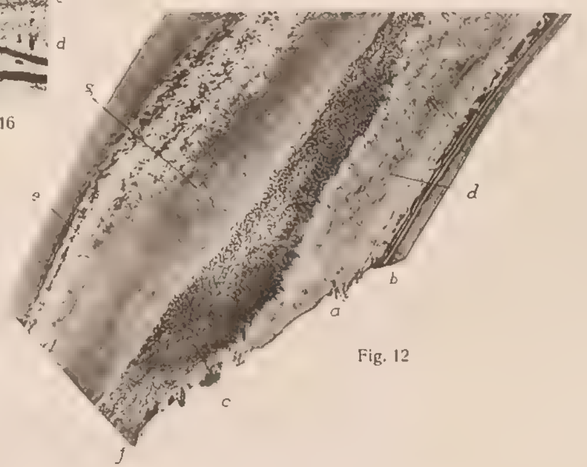


Fig. 12

Fig. 3

Fig. 6

Fig. 2

Fig. 9

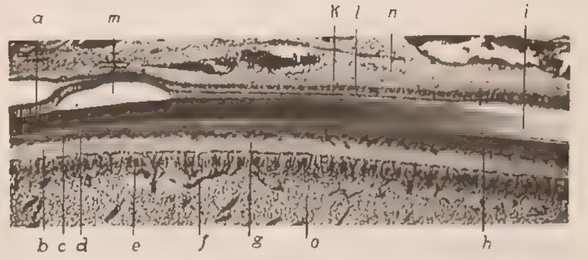


Fig. 8

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

Tafel IV.

Tafel IV.

Fig. 10. Totalansicht eines Nagezahnes von einem jungen normalen Tier, das nicht in die Versuchsreihe aufgenommen wurde. Vergrößerung 6·7 fach. *a* = Pulpa mit Gefäßen, bei *b* an der Nagefläche bloßliegend. *c* = Odontoblastenschicht. *d* = vorderster, nekrotischer Pulpateil. *e, f* = kalkhaltiges Dentin. *g* = hinteres Dentinende. *h* = kalkloses Dentin. *i* = Schmelz. *k* = Schmelzepithel. *l* = Lücke nach Ausfall des Schmelzes. *m, n* = Kieferknochen.

Fig. 11, Fall 6. Detailansicht der konvexen Seite des hinteren Drittels vom unteren Nagezahn des normalen Tieres. Vergrößerung 35 fach. *a* = verkalktes, *b* = kalkloses Dentin, *c* = Odontoblastenreihe, *d* = Pulpa. *e* = inneres, *f* = äußeres Schmelzepithel, bei *g* künstlich vom Schmelz *h* abgehoben, der sich bei *i* verliert. *k* = Umschlagstelle des Schmelzepithels. *l* = Alveolarperiost.

Fig. 13, Fall 16. Totalansicht des oberen Nagezahnes bei 6·7 facher Vergrößerung. Die stark vascularisierte Pulpa *f* liegt an der Nagefläche *e* weit offen. Das hintere Zahnende *g* ist tangential getroffen. Bei *b* die Kalkgrenze im Dentin tiefbuchtig (*k*). Das Dentinoid liegt bei *a* an der Nagefläche bloß. Die dünne Schicht *d* ist gut verkalkt, bei *c* das Dentin bloß anverkalkt. *l* = massige Osteoidansammlung am Alveolareingang des Kieferknochens. *h* = der durch das Ausfallen des Schmelzes entstandene leere Spalt. *i* = nekrotische vordere Pulpahälfte mit stark erweiterten Gefäßen.

Fig. 14, Fall 16. Ein Teil des hinteren Abschnittes der konvexen Seite des oberen Nagezahnes bei 35 facher Vergrößerung. Das kalkhaltige Dentin *c* ist dünner als das kalklose *b*, welches bei *a* isolierte Dentinkugeln, bei *d* zahlreiche eingewachsene Gefäße enthält. Der Schmelz ist hinten erhalten (*e*) und hört bei *f* auf. *g* = Pulpa. *h* = Odontoblasten. *i* = inneres, *k* = äußeres Schmelzepithel. *l* = Periost der Zahnalveole.

Fig. 17, Fall 19. Ansicht des ganzen oberen Nagezahnes bei 6·7 facher Vergrößerung. Man sieht die Verbreiterung des Dentinoids (*k—D*), kalklose Einlagerungen (*b*) im vorderen Zahndrittel, das tangential getroffen ist und die mächtige Osteoidmasse (*o*) am Alveolareingang des Kieferknochens. *d* = vollkommen verkalkte, äußerste Dentinschicht. *f* = gefäßhaltige Pulpa.

Fig. 18, Fall 21. Rückwärtiger Teil der konvexen Seite des unteren Nagezahnes bei 35 facher Vergrößerung. *c* = kalkhaltiges Dentin. *b* = Dentinoid, pathologisch verbreitert. Die Kalkgrenze bei *d* globulär, bei *g* isolierte Dentinkugeln, bei *h* das kalkhaltige Dentin globulär. *o* = Pulpa, *e* = Odontoblastenlager, in dem die von der Pulpa eintretenden Blutgefäße (*f*) ein prächtiges, in der Figur schwarzes Kapillarnetz formieren, das ganz nahe am Dentin liegt. *a* = Schmelz, hinten gut erhalten, vorne (*i*) sich verlierend. *k* = inneres, *l* = äußeres Schmelzepithel, das bei *m* künstlich abgehoben ist. *n* = Periost.

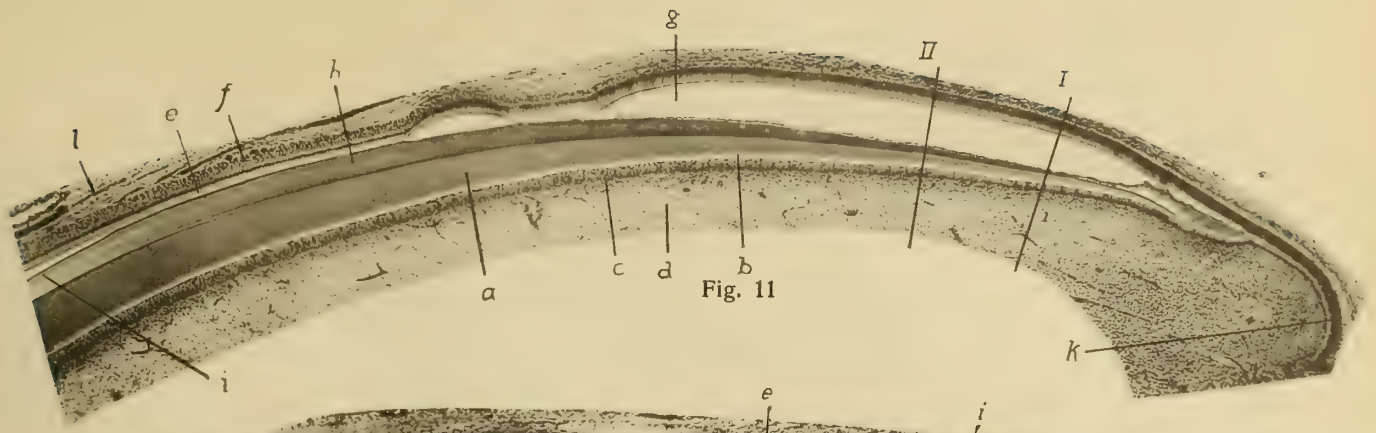


Fig. 11

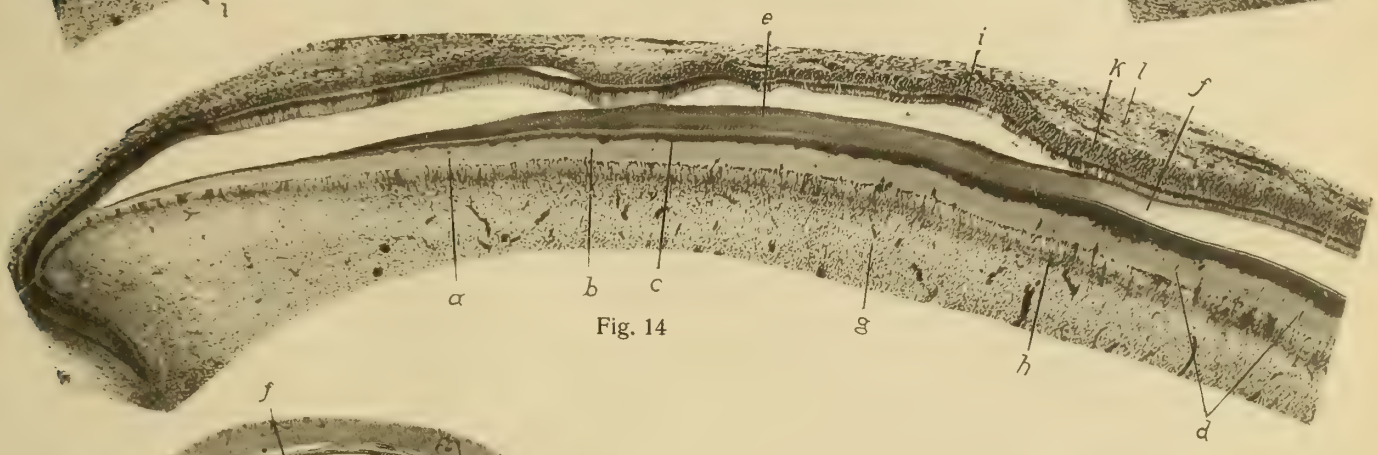


Fig. 14

Fig. 17

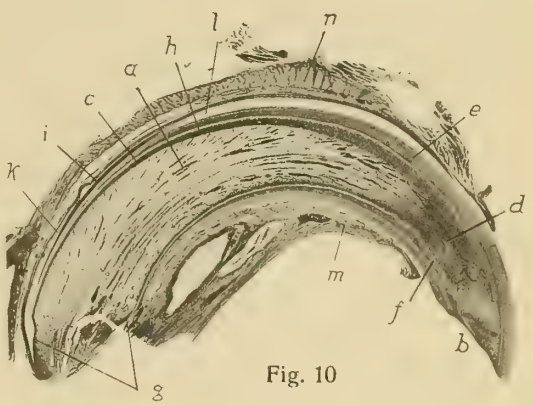


Fig. 10

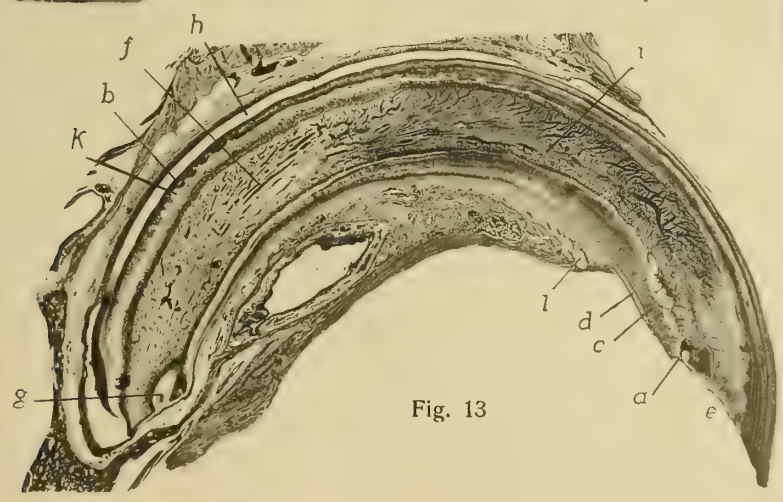


Fig. 13

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel V.

Tafel V.

Fig. 1, Fall 3. Totalansicht des Fibulacallus bei 35facher Vergrößerung. Fragmentende: *a*. Knorpelcallus: *b*, *b*. Knochensplitter: *c*, *c*, *c*, *c*. Frakturspalt: *d*. Enchondraler Callus: *e*. Periostaler knöcherner Callus: *f*. Gefäßkanal mit Osteoidauskleidung: *g*. Großer Markraum: *h*. Periost: *i*. Präparatorische Verkalkungszone des Knorpelcallus: *k*.

Fig. 2, Fall 1. Detailansicht des Fibulacallus bei 87facher Vergrößerung. Dargestellt ist der linke untere Quadrant des Callus. Der alte Fibulaschaft (*a*) mit zugespitztem, nekrotischem Frakturende *b*. Fibröses Mark im Frakturbereiche: *c*. Dasselbe zwischen den Fragmenten sich ausspannend: *d*. Knorpelcallus: *e*, bei *f* großzellig, arm an Grundsubstanz und verkalkt, bei *e* kleinzellig und reich an Grundsubstanz. In den Knorpel eingefressene Markräume: *g*. Ein solcher mit Knochen ausgekleidet: *h*. Enchondrale knöcherne Callusbälkchen mit zentralem Knorpeleinschluß: *i*. Periostaler Callus (*k*) mit Osteoidsäumen *l*. Schmaler (*m*) und sehr großer Markraum (*n*) mit zelligem Mark. Nekrotischer Knochensplitter im fibrösen Callus liegend (*o*) mit anliegender Riesenzelle *r*. Zellreiches Periost: *p*.

Fig. 3, Fall 4. Detailansicht des linken unteren Quadranten des Fibulacallus. Periost (*a*) über dem Knorpelcallus (*b*), der an dieser Stelle dichtliegende große Zellen mit verkalkten Kapseln aufweist, bei *c* aber kleinzellig und reich an Grundsubstanz ist. In den Knorpel hineingefressene Markbucht: *e*. Enchondraler Callus: *f*. Periostaler knöcherner Callus von reifem Gewebstypus: *d*. Im Zentrum des Bälkchens geflechtartiger Knochen: *k*. Osteoidsaum: *h*. Osteoblastensaum: *g*. *m* = kleiner, *i* = großer Markraum. Periost über dem knöchernen Callus: *l*. 87fache Vergrößerung.

Fig. 4, Fall 12. Detailbild aus einem tangentialen Schnitt des Fibulacallus bei 87facher Vergrößerung. Zwischen dem periostalen knöchernen Callus (*pkC*, *pkC*) beider Fragmente spannt sich ein Netz aus Knorpelcallus, das bei $k-K$ kalklos, bei $k+K$ verkalkt ist und bei *a* zu verkalken beginnt. Osteoidsaum: *o*. Fibröses Mark = *h*.

Fig. 5, Fall 12. Ansicht des Fibulacallus bei 35facher Vergrößerung. In der alten, gut verkalkten Schaftcorticalis große aushöhlende Resorptionsräume (*b*), die bald vom Periost (*c*), bald vom Endost (*d*) vordringen. Infolge lacunären Abbaues an den Fragmentenden (*a*) stehen diese sehr weit auseinander. Zelliges Mark in der Markhöhle: *zM*. Im Frakturbereiche das Mark fibrös: *e*. Enostaler Callus (*f*) spärlich, mäßig gut verkalkt. Der periostale Knorpelcallus (*KC*) in Form zweier kleiner Gebilde nahe dem Periost in der Äquatorialebene der Fraktur liegend. Der periostale knöcherne Callus reichlich entwickelt, aus schlanken Knochenbälkchen bestehend, die (*kC*) über dem alten Schaft und nahe dem Periost auch sonst (*g*) im Zentrum gut verkalkt sind, überall aber Osteoidsäume (*o*) haben und durch fibröse Markräume getrennt sind. Der zwischen den Fragmentenden liegende Callus (*i*) ist im wesentlichen kalklos.

Fig. 6, Fall 16. Totalansicht der linksseitigen Fibulafraktur bei 35facher Vergrößerung. Die Fragmente stehen parallel, aber seitlich verschoben. Die Compacta infolge zahlreicher, großer Resorptionsräume *k* hochgradig porotisch. Osteoide Auflagerungen in einem Resorptionsraum: *l*. Osteoid am Endost: *i*. Zelliges und Fettmark in der großen Markhöhle: *h*. Knorpeliger Callus: *a*, *a*. Fibröser Callus (*f*, *f*, *f*) von osteoiden Bälkchen *g* durchzogen. Fibröses Mark im Frakturbereiche: *m*, dicker periostaler knöcherner Callus mit beginnender Verkalkung: *c*, *d* = dünner, kalkloser, *e*, *b* = dicker, etwas verkalkter periostaler knöcherner Callus.

Fig. 8, Fall 18. Totalansicht des Fibualcallus bei 35facher Vergrößerung. Die Fragmente sind gegeneinander verschoben und winkelig gestellt. *a* = der kalkhaltige, *b* = der kalklose Teil des Fibulaschaftes. Mit Osteoid ausgekleidete Gefäßkanäle: *c*, mit Bindegewebe ausgefüllte Resorptionshöhle: *d*. Eine solche mit Osteoid ausgekleidet (*e*) und bei *f* mit einer osteoiden Spongiosa erfüllt, die auch Markräume (*g*) enthält. Zelliges Mark (*h*) mit Riesenzellen *RZ*. Fibröses Mark im Frakturbereiche: *i*. Endostaler Callus: *k*. Knorpelcallus: *l*, *m*. Fibröser Callus: *n*, *o*. p_2, p_4 = vollständig kalkloser, p_3 fast vollständig kalkloser, p_1 unvollständig verkalkter periostaler knöcherner Callus. Markräume im Callus: *r*.

Fig. 1

Fig. 4

Fig. 8

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Fig. 1

Fig. 2

Fig.

Fig.

Fig.

Fig

Fig

Fig. 1

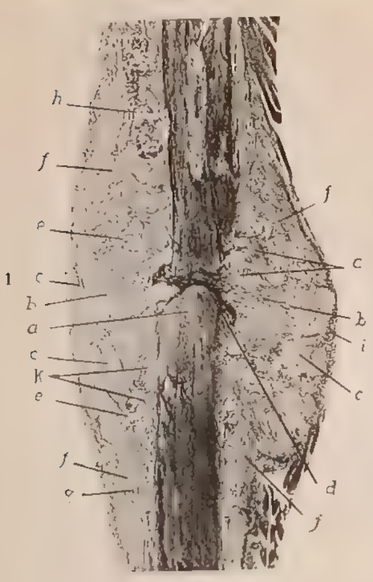


Fig. 5

Fig. 6

Fig 2

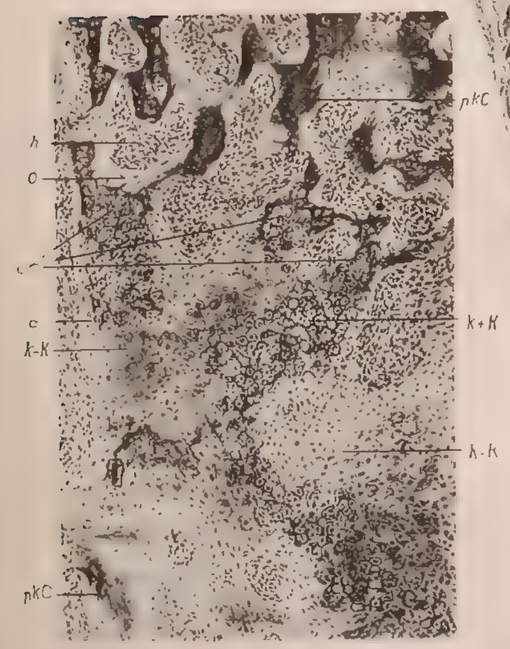


Fig 4

Fig. 3

Fig. 8

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel VI.

Tafel VI.

Fig. 7, Fall 17. Fibulacallus mit starker seitlicher Verschiebung der Fragmente. Das obere Fragmentende tangential getroffen. Der alte Fibulaschaft ist zum größten Teile verkalkt (*b*), jedoch stellenweise mit periostalem (*c*) und enostalem (*d*) Osteoidbelag versehen, der auch schon stellenweise verkalkt. Resorptionshöhlen in der Compacta: *e*. Nekrotisches kernloses Fragmentende *h*, bei *g* aber noch Kerne vorhanden. Reichlicher enostaler kalkloser Callus: *k*. Der periostale Callus ist auf einer Seite (*m*) sehr spärlich, rein osteoid, auf der anderen sehr reichlich, zum Teil osteoid (*n*), zum Teil ganz wenig anverkalkt (*o*) und von vielen engen Gefäßkanälen durchzogen (*p*). Bei *p* primitiver Callus mit etwas mehr Verkalkung. Markhöhle mit zelligem Mark: *f*. Fibröses Mark im Frakturbereiche: *i*. Vergrößerung 35 fach.

Fig. 9. Totalansicht der operativ erzeugten Rippenfaktur des Falles 19, bei 35facher Vergrößerung. Verkalkter Rippenknorpel: *vK*. Ruhender Knorpel: *rK*, mit seitlicher Ausbuchtung *a*. Knorpelwucherungsschicht: *KW*. Ossifikationsgrube mit Ossifikationswulst: *b*. Oberes Corticalisende: *c*. Spongiosa: *Sp*. Kompakte Osteoidmasse: *d*. Peroistaler osteoider Callus (C_1) mit Knorpelinseln K_1. Bindegewebscallus: *BC*. *Sch* = kalkhaltiger, *h* = kalkloser Teil des Rippenschaftes. *e* = nekrotisches, bei *f* in Abbau begriffenes kalkhaltiges Fragmentende. *g* = kalkloses nekrotisches Fragmentende. C_2, C_2 = periostaler osteoider Callus des unteren Fragmentes mit Knorpeleinschluß K_2. Zelliges Mark: *zM*.

Fig. 10, Fall 15. Totaler Querbruch der Rippe bei *c, c* und Infraktion bei *a*. b_1 = periostaler, b_2 = enostaler osteoider Callus der Infraktion. *g* = verdicktes Periost. *d* = Detritus. *e* = peri-, *f* = enostaler osteoider Callus, letzterer die Markhöhle verschließend. *h* = fibröses Mark. Vergrößerung 35 fach.

Fig. 11, Fall 21. Totalansicht eines jungen, vorwiegend knorpeligen Callus bei 35facher Vergrößerung. *a* = die alte Corticalis. Der Frakturspalt ist bald leer (*d*), bald mit Detritus gefüllt (*f*). *i* = lacunäre Abbaufläche mit Osteoklasten besetzt, bei *h* die alte Corticalis völlig durchnagt und das Fragment *r* vom Schaft getrennt. *n* = fibröses Mark im Frakturbereiche. Rechts tiefer Einriß (*m*) im Periost links die osteoide Periostauflagerung *b* über der Frakturstelle nicht unterbrochen (*e*). Der Knorpelcallus liegt links als einheitliche Masse von *c*—*g*, beide Fragmente verbindend, rechts in zwei über jedem Fragment selbstständig liegenden Massen *k, o*, zwischen denen junges Bindegewebe *l* den Periostriß vereinigt. *p* = geringe Menge rein osteoiden periostalen Callus.

Fig. 12, Fall 19. Mittelalter Callus nach Spontanfraktur des Rippenschaftes ohne Knickung. *FS* und *F* = Frakturspalten. Bei *D* in einem solchen Detritus, *pC* = periostaler Callus, zum größten Teil osteoid, bei *a*, a_1 und *b* mit beginnender Verkalkung. *eC* = enostaler Callus, ganz osteoid, die Markhöhle verschließend. Bei *c* der alte kalkhaltige Rippenschaft abgebaut und durch Osteoid ersetzt. Vergrößerung 35 fach.

Fig. 13, Fall 19. Junger Callus nach winkeliger Spontanfraktur des Rippenschaftes. *FS* = Frakturspalt. *a* = die Spitze des einen in die Markhöhle eingetriebenen Fragmentes. *pO* = präexistente periostale Auflagerung, nicht zerrissen, sondern über den Frakturwinkel gespannt. Das zellige Mark (*zM*) im Frakturbereiche durch fibröses Mark (*fM*) ersetzt. Ganz osteoider periostaler (*pC*) und enostaler (*eC*) Callus. *KC* = Knorpelcallus. Der alte kalkhaltige Schaft bei *b* und *FS* lacunär abgebaut. Vergrößerung 35 fach.

Fig. 14, Fall 9. Totalansicht einer älteren, winkelig geheilten Fraktur, deren Callus im Umbau begriffen ist. Vergrößerung 35 fach. a_1—a_4 der alte Rippenschaft mit Osteoid *i*. Der Teil a_4 ist von der Frakturstelle bis *b* schon abgebaut. Der Callus auf der konkaven Seite (*d*) viel größer als auf der konvexen (*f*), aus schmalen Bälkchen mit geringem Osteoidbelag (*h*) bestehend, in den großen Markräumen ein zelliges und Fettmark (*g*). Im Callus ein langer Stützbalken *l* ausgebildet, der sich vom Fragment a_3—a_4 hinüberspannt. Bei *c* lag früher der Callus auf dem alten Rippenschaft; nachdem aber dieser

hier schon abgebaut ist, bildet das periostale Callusstück *c* die Begrenzung der Markhöhle, die selbst an der Bruchstelle *k* noch offen ist.

Fig. 15, Fall 20. Callus nach Spontanfraktur im hinteren Rippenanteil. An der Periostfläche der pektoralen Seite eine dicke Osteoidauflagerung (*a*). Der Callus *b*, *e* überbrückt und unterbricht die Markhöhle (*M, M*), hat einen sehr kompakten Bau, ist vorwiegend osteoid (*b*), namentlich in der Äquatorialebene, in *e* kalkhaltig. Vergrößerung 35fach.

Fig. 16, Fall 13. Totalansicht einer Callusbrücke bei 35facher Vergrößerung. Die weite Markhöhle (*h*) des vordersten Rippenabschnittes ist von teils kalkhaltiger (*b*), teils kalkloser (*a*) Corticalis begrenzt und durch eine Callusbrücke (*d*) unterbrochen, die an beiden Rändern verkalkt (*c*), im Zentrum osteoid ist (*d*) und daselbst Knorpelreste (*e*) einschließt. An der Callusstelle ist die Rippenoberfläche zum Teil eben (*g*), zum Teil leicht vorspringend (*f*).

Fig. 17, Fall 22. Totalansicht eines Rippencallus bei 35facher Vergrößerung. Im Bereiche des Callus ist bei *a* keine, bei *b* eine geringe Vorwölbung der Rippenoberfläche zu sehen. Der Callus stellt eine Brücke (*f*) dar, die die Markhöhle (*M*) auf eine kurze Strecke unterbricht, in der Mitte ihrer Dicke und namentlich gegen den Rippenrand (*a, b, c*) kalklos, an den gegen die Markhöhle zu sehenden Flächen aber (*d, e*) verkalkt ist. *C* = die atrophische Corticals.

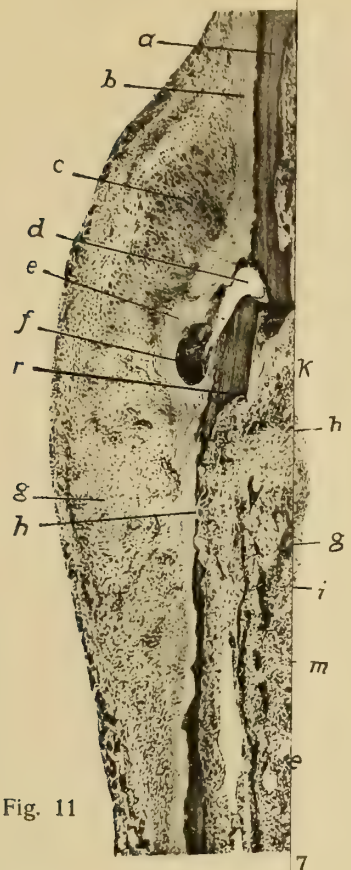


Fig. 11

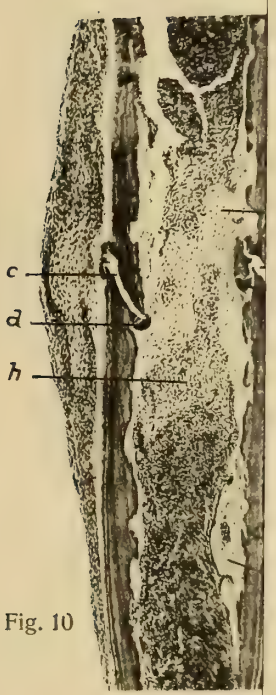


Fig. 10

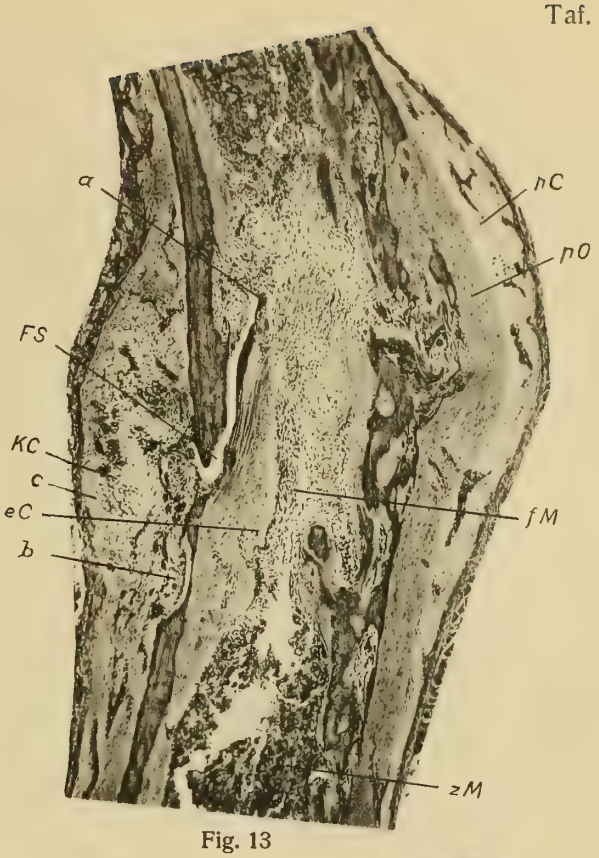


Fig. 13

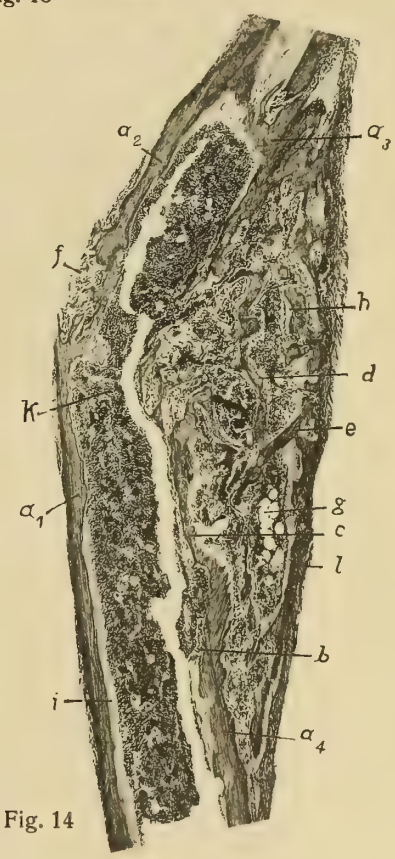


Fig. 14

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Fig. 15, F

Fig. 16, F

Fig. 17, F

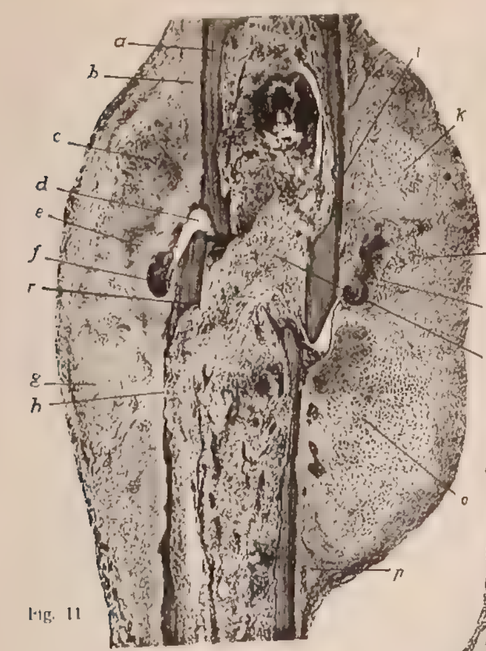


Fig. 11

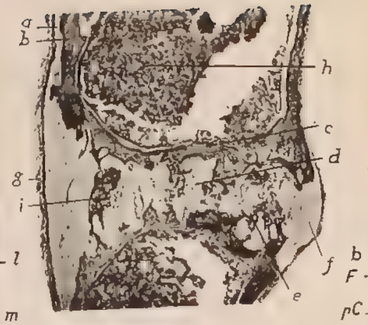


Fig. 16

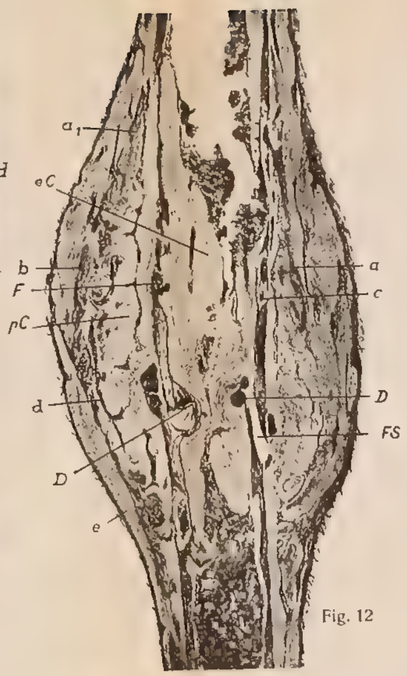


Fig. 12

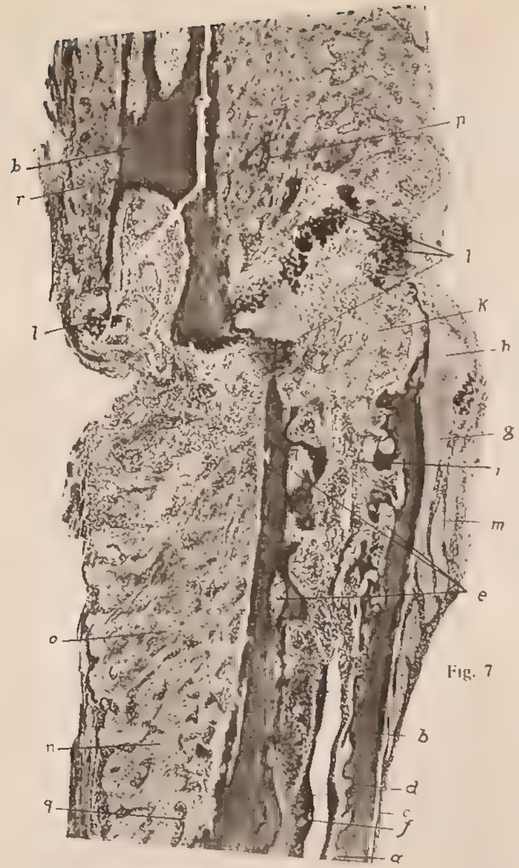


Fig. 7

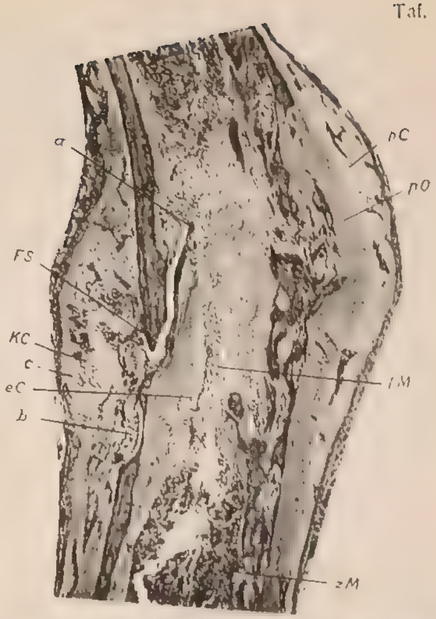


Fig. 13

Fig. 14

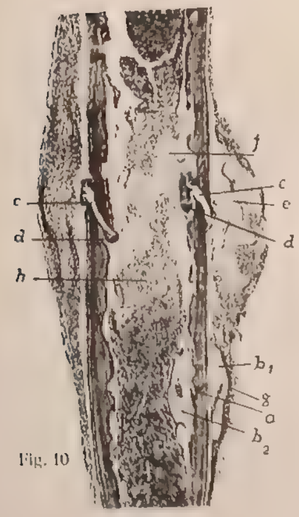


Fig. 10

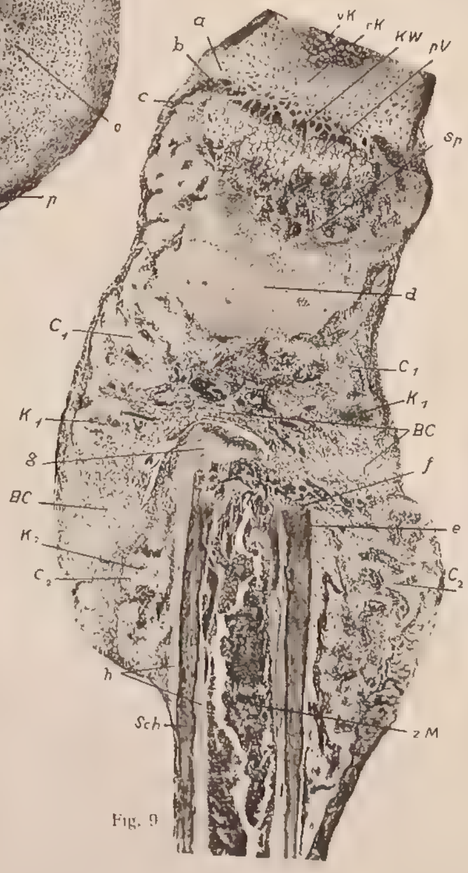


Fig. 9

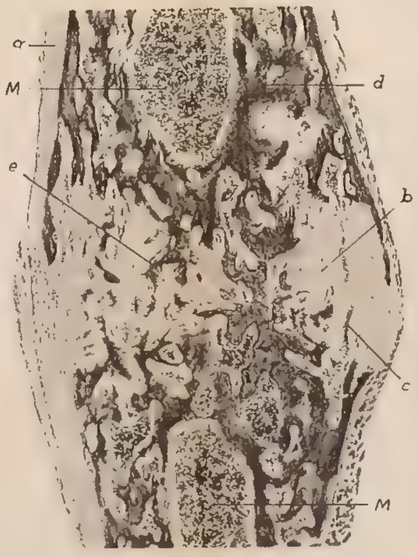


Fig. 15

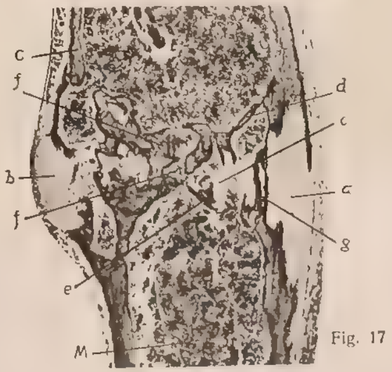


Fig. 17

Lichtdruck v. Max Jaffe, Wien

Tafel VII.

Tafel VII.

Fig. 1, Fall 4. Totalansicht des linken Haupt Ek. = *ek* bei 40facher Vergrößerung. Die Lage des Ek. ist regulär, sein Parenchym von der Schilddrüse durch eine sehr feine Kapsel scharf getrennt, die Schilddrüsenfollikel sind an der Oberfläche groß (*a*), in der Tiefe klein (*b*), aber absolut frei von Kompressionserscheinungen. Im Ek. sind die Alveolen gleichmäßig klein und die Alveolarsepta treten als dunkel hervor.

Fig. 2, Fall 7. Totalansicht des Haupt-Ek. bei 40facher Vergrößerung. Das Ek. (*ek*) liegt regulär in der Schilddrüse, die versenkte Fläche ist konvex, die freie platt. Beide Gewebe sind scharf voneinander getrennt, das Ek. kleinalveolär aufgebaut. Die Schilddrüsenfollikel sind unter dem Ek. (*b*) deutlich, wenn auch nicht hochgradig zu ovalen Formen komprimiert, tiefer unten aber (*c*) und seitlich vom Ek. (*a*) rund, an letzterer Stelle, wie gewöhnlich nahe der Oberfläche, etwas größer als sonst. Der Muskel (M) gestattet dem Ek., bei seinem Dickenwachstum nicht, das Schilddrüsenniveau zu überschreiten.

Fig. 3, Fall 13. Totalansicht des Haupt-Ek. bei 40facher Vergrößerung. Das Ek. (*ek*) liegt regulär in der Schilddrüse, komprimiert sie nicht und wölbt sich nicht aus ihr vor. Die Schilddrüsenfollikel sind oben groß (*a*), unten klein (*b*). Der Muskel (*M*) überlagert die Schilddrüse mit dem Ek. Im letzteren sind $^2/_3$ des Organes von dunklerem Kolorit und durch mäßig vergrößerte Alveolen ausgezeichnet (*gr*), während das oberflächliche Drittel hell und kleinalveolär ist (*kl*).

Fig. 4, Fall 14. Totalansicht des Haupt-*EK* (*ek*) bei 40facher Vergrößerung. Das Organ ist sehr deutlich aber nicht maximal vergrößert, ragt nicht aus der Schilddrüse hervor, ist vom Muskel (*M*) überdeckt, komprimiert die Schilddrüsenfollikel bei *b* in leichtem Grade zu ovalen Formen, während die entfernteren (*c*) rund sind. Die Alveolen des Ek. sind zum größten Teil wesentlich vergrößert (*gr*), zum geringen Teil noch klein (*kl*).

Fig. 5, Fall 15. Totalansicht des stark hypertrophischen Ek. (*ek*), welches sich bei *kl* flach aus der Schilddrüse vorwölbt. Alle Alveolen vergrößert, die meisten sehr bedeutend (*gr*), einige an der freien Oberfläche (*kl*) weniger, aber doch auch. In den dicken Stromasepten große Blutgefäße (*G*). Die Schilddrüsenfollikel bei *c* normal, bei *d* wenig, bei *b* maximal komprimiert, an der Oberfläche (*a*) groß. Vergrößerung 40fach.

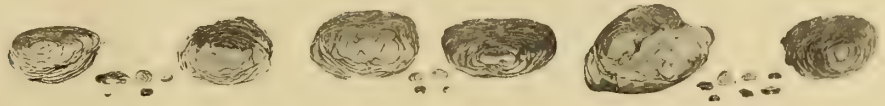
Fig. 6, Fall 20. Totalansicht des Ek., das enorm vergrößert ist, durchwegs aus maximal vergrößerten Alveolen aufgebaut ist (*gr*), die Schilddrüsenfollikel sehr stark komprimiert (*b*) und mit dem pilzförmig überhängenden Teil (*d*) aus der Schilddrüse hervorquillt und diese dabei zum Teil mit emporhebt (*e*). Vergrößerung 40fach.

Fig. 7, Fall 16. Ein großes akzessorisches Ek. Totalansicht bei 40facher Vergrößerung. Die Form des EK. ist ganz unregelmäßig. In der Größe übertrifft es ein normales Haupt-EK., die Alveolen sind sehr groß (*gr*), bei *a* wird ein großer Alveolus von einem eingedrungenen Kapillarnetz in viele kleine Alveolen zerteilt und bei *kl* resultiert daraus ein kleinalveoläres Bild das an ein normales Haupt-EK. erinnert.

a (Fall 3) b (Fall 2) c (Fall 8) d (Fall 6)

e (Fall 7) f (Fall 4) g (Fall 5) h (Fall 1)

i (Fall 9) k (Fall 23) l (Fall 22) m (Fall 13) n (Fall 19)

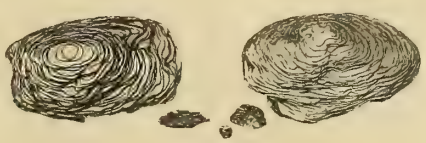


o (Fall 21) p (Fall 10) q (Fall 14)

r (Fall 11) s (Fall 16)

t (Fall 15) u (Fall 17)

v (Fall 12) w (Fall 20)



x (Fall 18)

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel VIII.

Tafel VIII.

Fig. 21. *a* bis *x* sind Photogramme der Wachsmodelle der Haupt- und akzessorischen EK. sämtlicher Fälle. Die akzessorischen liegen immer zwischen den beiden zugehörigen Haupt-EK. *a* bis *h* sind die 8 normalen, *i* bis *x* die 15 Rachitisfälle. Die Photogramme sind nach der absoluten Größe der Haupt-EK. geordnet. Alle Modelle sind bei der gleichen Verkleinerung von 10·5:1 photographiert. Die, wie zum Beispiel in sehr deutlicher Weise bei *o*, dunkelgehaltene Partie der Oberfläche beider Haupt-EK, ist der durch schwarzen Anstrich kenntlich gemachte freiliegende Teil der Oberfläche, der helle Teil der in die Schilddrüse versenkte. Die beiden Haupt-EK. bei *s* sind in toto schwarz, weil sie ganz extrathyreoideal lagen. Die Unsichtbarkeit der dunkel gehaltenen Oberflächenpartie an vielen Photogrammen hat ihren Grund zum Teil darin, daß diese vom Beschauer abgewendet ist, zum Teil darin, daß sie an der Schattenseite zu liegen kam.

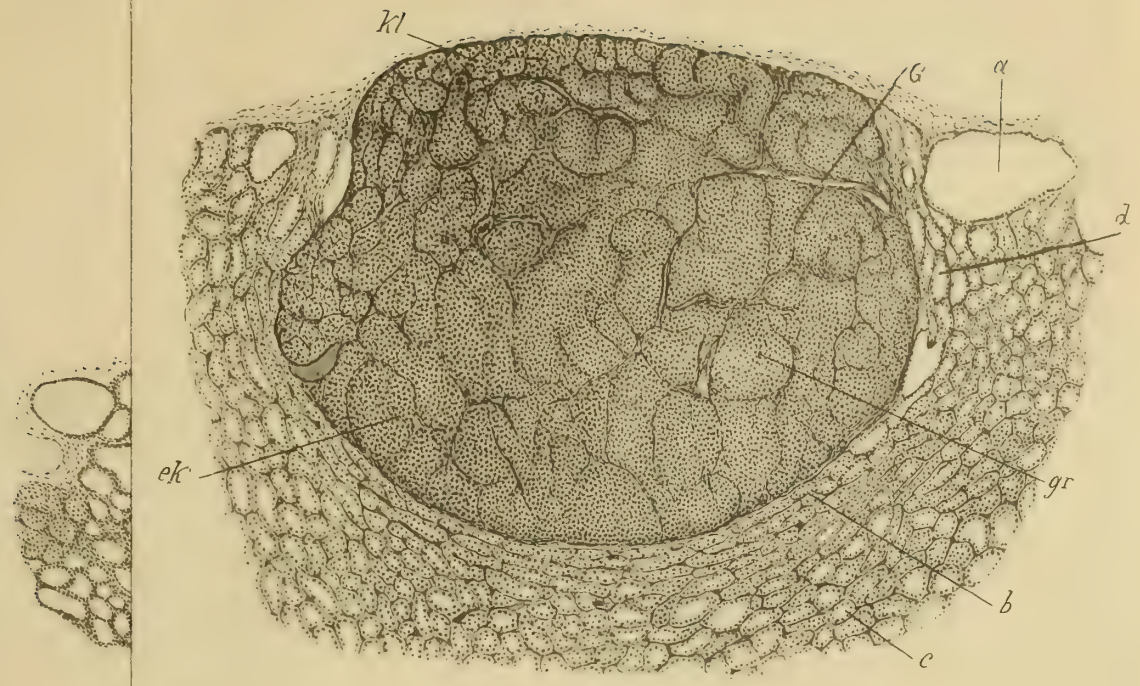


Fig. 5

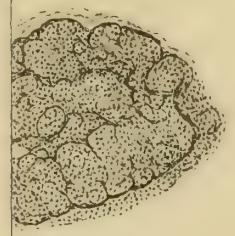
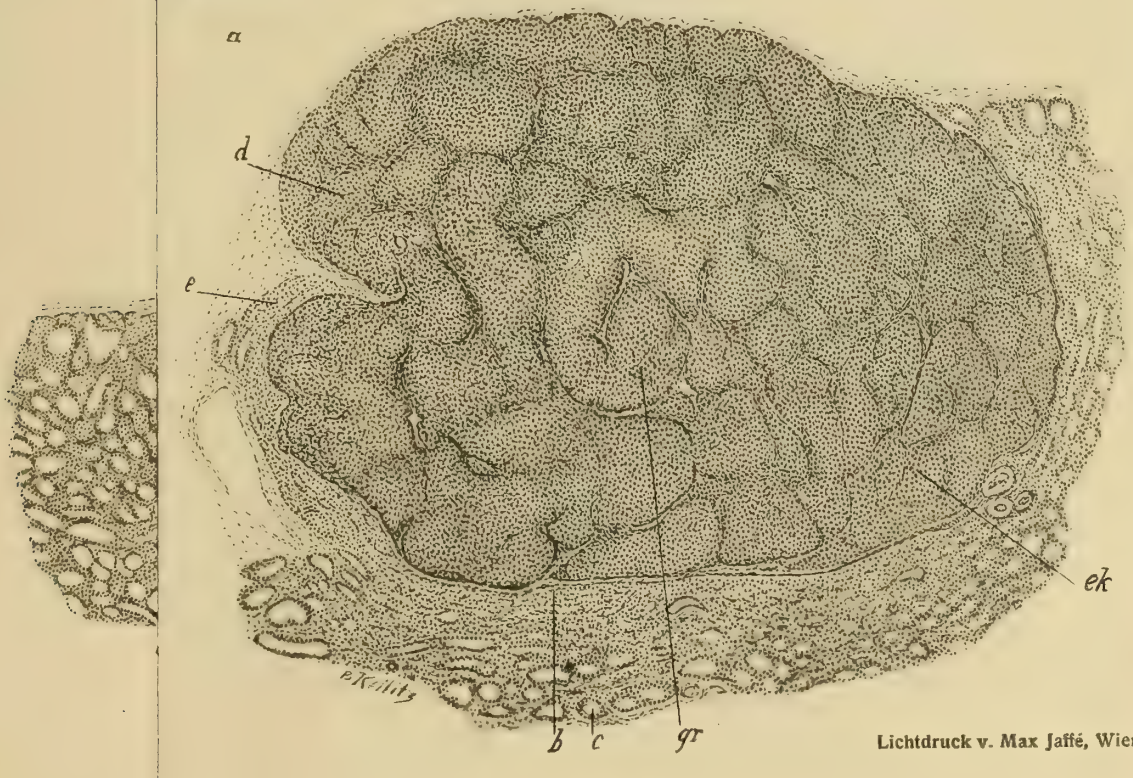


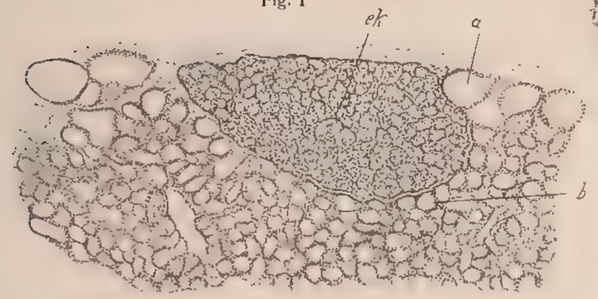
Fig. 6



Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Fig. 2

Fig. 1



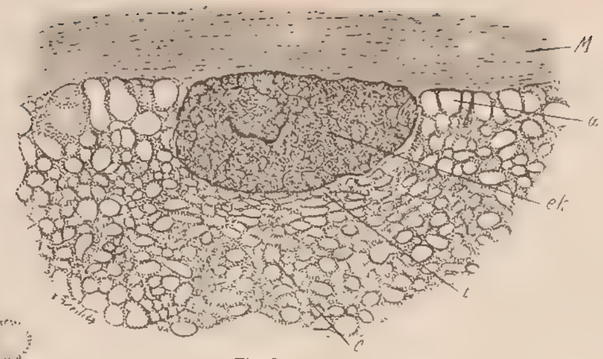


Fig. 2

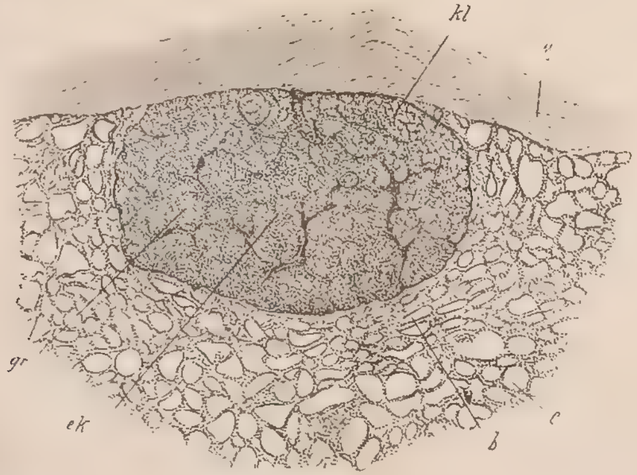
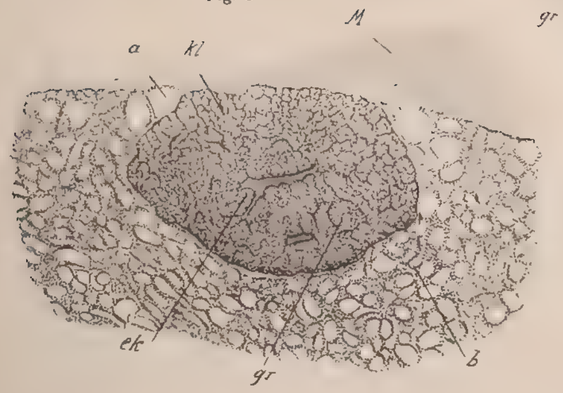


Fig. 4

Fig. 3



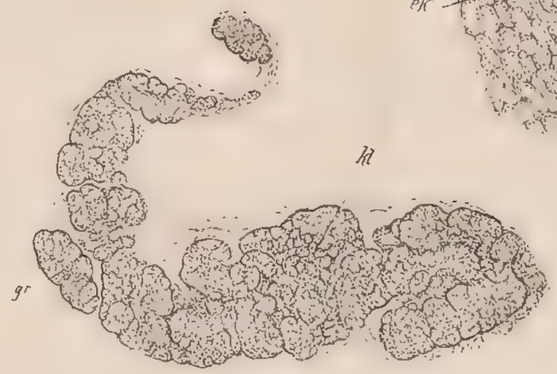


Fig. 7

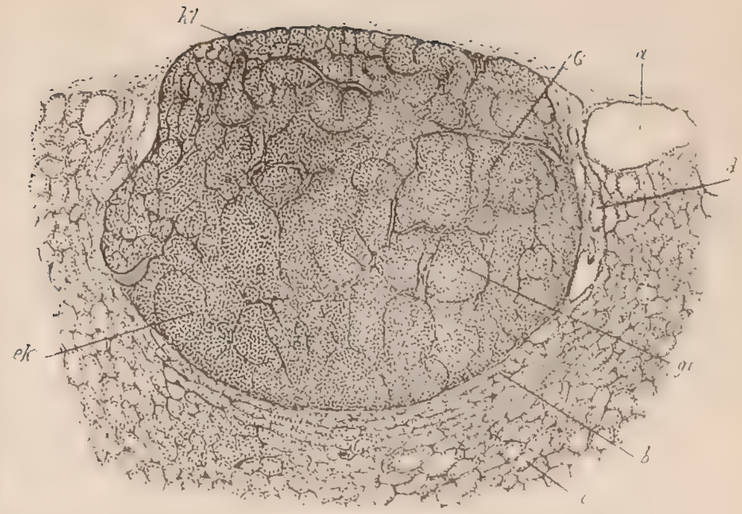


Fig. 5

Fig. 6

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel IX.

Tafel IX.

Diagramme I bis XV.

Erklärung der Diagramme I bis XXIX auf den Tafeln IX bis XI.

Der leichteren Übersicht halber wurden die Resultate der in vorliegender Arbeit ausgeführten, sehr zahlreichen Messungen in Diagrammform gebracht. Hiebei wurde in folgender Weise verfahren:

In jedem Diagramm gehen die normalen Fälle voran und sind von den folgenden pathologischen durch eine punktierte senkrechte Linie getrennt.

In der Gruppe der normalen und in der der pathologischen Fälle sind die Messungsresultate nach ihrer Größe ansteigend, ohne Rücksicht auf die Nummer des Falles geordnet. Wo zu den normalen Maßen die pathologischen fehlen (Diagramme VI bis IX und XII) oder zu den pathologischen die normalen (Diagramm XXV), ist das Diagramm einteilig.

Gemessen wurde:

1. Die Höhe der verschiedenen Knorpel- und Knochenschichten in den Rippen (Diagramm I bis IX), wobei 1 *mm* Strichhöhe 20 μ bedeutet.

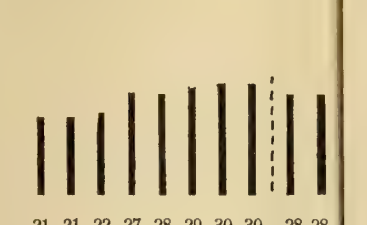
2. Die Osteoiddicke in den Rippen (Diagramm X bis XII) und im Callus (Diagramm XXIV und XXV) sowie die Dicke des Dentinoids und Cementoids der Zähne (Diagramm XIII bis XXIII), wobei 1 *mm* Strichhöhe 1 μ bedeutet.

3. Die relative Größe des gesamten Epithelkörperapparates (Diagramm XXVI), wobei 1 *mm* Strichhöhe (und nicht wie es fälschlich auf der Tafel steht 5 *mm*) 20 dmm^3 bedeutet; die relative Größe der akzessorischen Epithelkörperchen, deren Wert verschwindend geringer ist, im gleichen Maßstabe darzustellen, wäre unmöglich gewesen, darum wurde hier (Diagramm XXVII) ein viel größerer Maßstab gewählt, so daß 1 *mm* Strichhöhe 1 dmm^3 bedeutet.

4. Endlich wurde die Alveolarbreite in den Haupt- und akzessorischen Ek. gemessen (Diagramm XXVIII bis XXIX) wobei 1 *mm* Strichhöhe 2 μ bedeutet.

Unter den Strichen in jedem Diagramm befinden sich zwei Zahlenreihen. In der unteren steht die zu jedem Strich gehörige Nummer des Falles, in der oberen das in Betracht kommende Durchschnittsmaß dieses Falles. Die Zahlen dieser Durchschnittsmaße in Mikren ausgedrückt (wie das stets im Text geschah), sind oft vierstellig und hätten aus Raummangel keinen Platz unter den Strichen. Zur Vereinfachung dieser Zahlen wurde daher statt der Einheit 0·001 *mm* (= 1 μ) als Einheit 0·01 *mm*, das ist 1 Dezimillimeter (= 10 μ) gewählt. Es bedeuten also die Zahlen der oberen Reihe in den Diagrammen I bis XXV und XXVIII, XXIX Dezimillimeter. Aus dem gleichen Grunde wurde in den zwei restlichen Diagrammen XXVI und XXVII für die obere Zahlenreihe als Einheit nicht wie im Text 1 dmm^3, sondern 10 dmm^3 gewählt.

Durch ein Versehen bei der Korrektur blieb das fehlerhaft ausgeführte Diagramm XXIV unausgebessert, weshalb es in korrekter Form im Text wiederholt wurde.

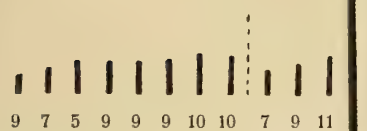


21 21 22 27 28 29 30 30 28 28
7 8 2 6 4 1 13 5 6 22

I Höhe der ruhenden Knorpelschi

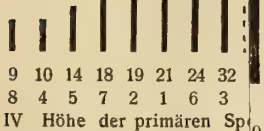
13 14 14 15 16 17 17 18 9 9 10
8 4 2 5 6 1 3 7 10 22 14

II Höhe der Knorpelwucherungsschi



9 7 5 9 9 9 10 10 7 9 11
4 8 2 7 1 5 6 3 22 12 13

III Höhe der präparatorischen Verkalkun



9 10 14 18 19 21 24 32
8 4 5 7 2 1 6 3

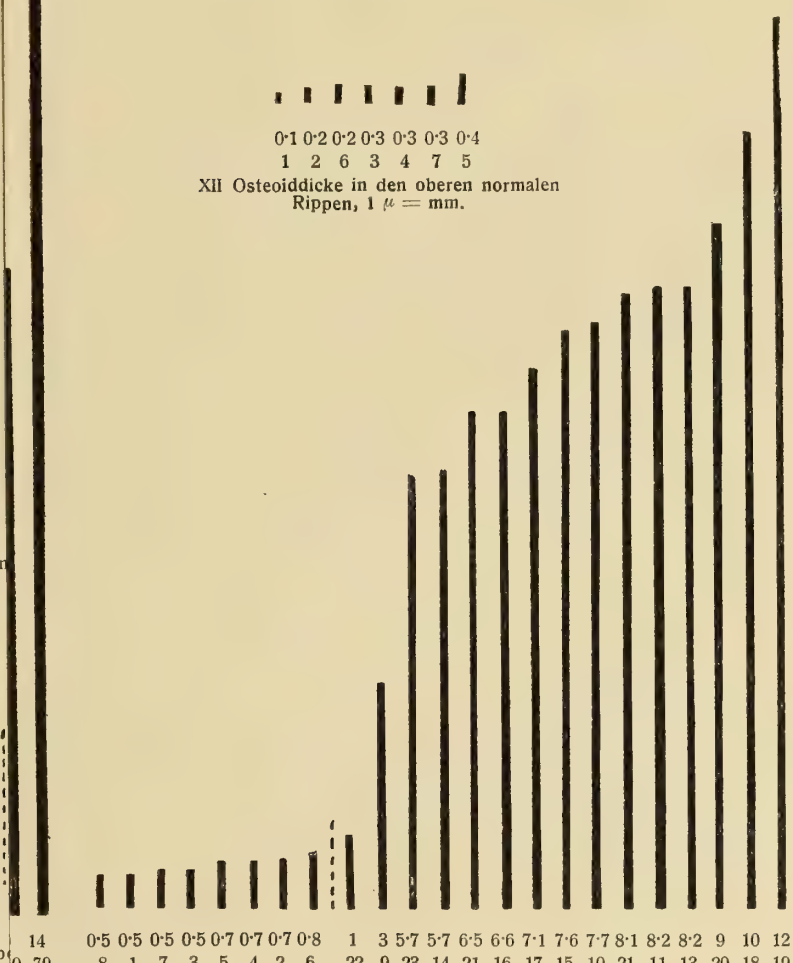
IV Höhe der primären Sp
20 μ

0·4 0·5 0·6 0·6 0·6 0·7 0·7 0·7 0·8 0·8 0·9 1 1 1·1 1·3 2·2 2·3 3·3 4 6·1 6·1 6·4 6·7
6 8 5 2 1 4 3 7 10 16 14 11 20 12 15 17 19 13 21 9 18 23 22

XIV Dentinoiddicke in der Wurzel der Backenzähne, 1 μ = 1 mm.

0·1 0·2 0·2 0·3 0·3 0·3 0·4
1 2 6 3 4 7 5

XII Osteoiddicke in den oberen normalen Rippen, 1 μ = mm.

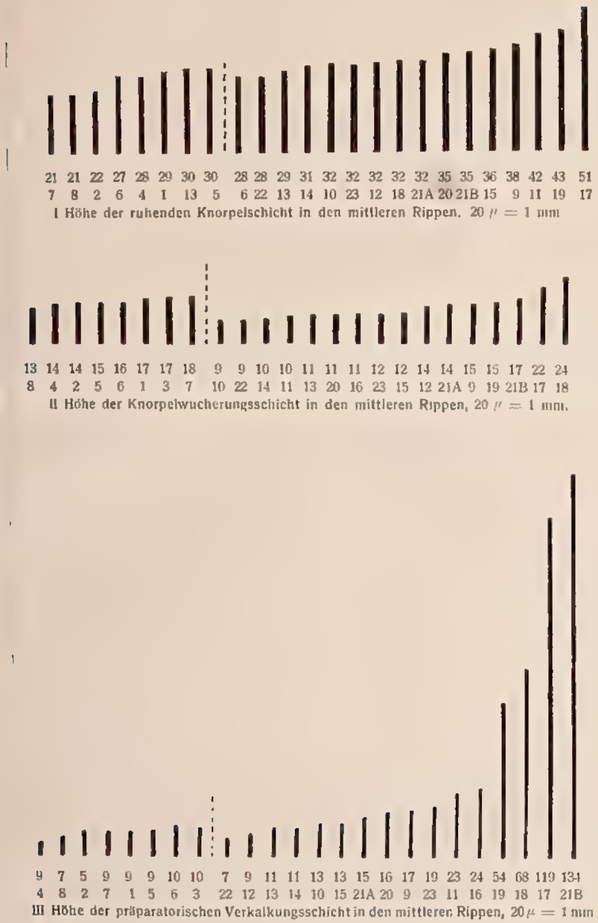


14
0 79
mm.

0·5 0·5 0·5 0·5 0·7 0·7 0·7 0·8 1 3 5·7 5·7 6·5 6·6 7·1 7·6 7·7 8·1 8·2 8·2 9 10 12
8 1 7 3 5 4 2 6 22 9 23 14 21 16 17 15 10 21 11 13 20 18 19

XV Cementoiddicke der Backenzähne, 1 μ = 1 mm.

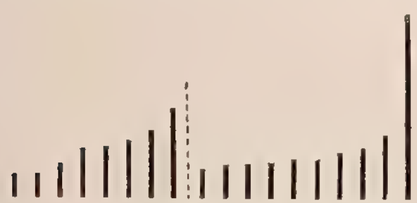
Kunstanstalt Max Jaffé, Wien.



I Höhe der ruhenden Knorpelschicht in den mittleren Rippen. 20 μ = 1 mm

II Höhe der Knorpelwucherungsschicht in den mittleren Rippen, 20 μ = 1 mm.

III Höhe der präparatorischen Verkalkungsschicht in den mittleren Rippen, 20 μ = 1 mm



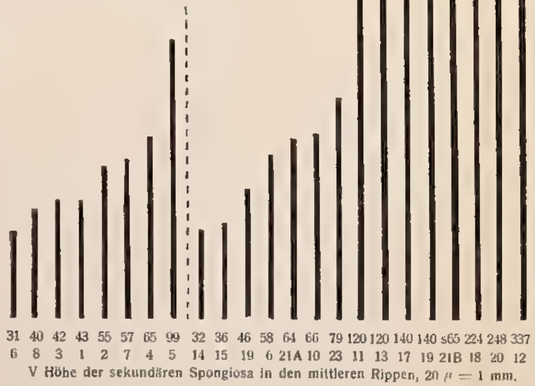
IV Höhe der primären Spongiosa in den mittleren Rippen, 20 μ = 1 mm.

VI Höhe des ruhenden Knorpels in den oberen normalen Rippen, 20 μ = 1 mm.

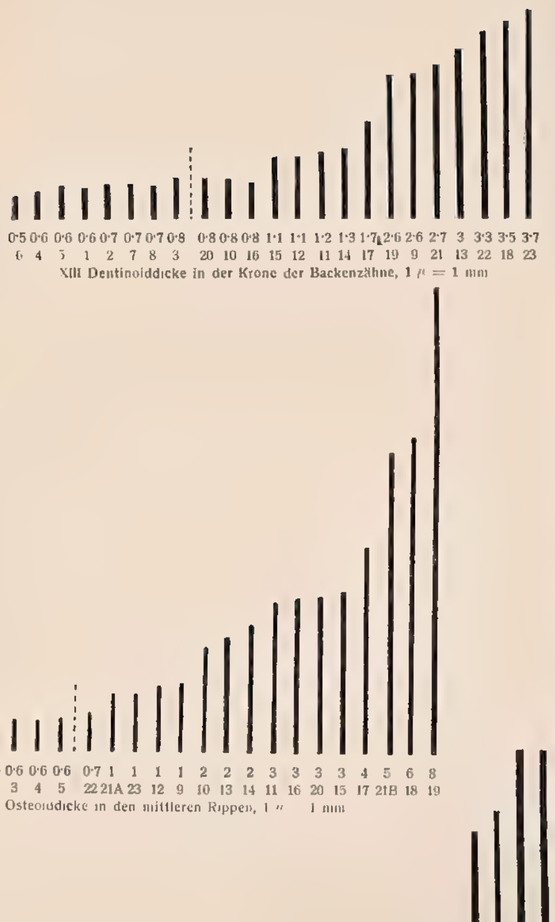
VII Höhe der Knorpelwucherungsschicht in den oberen normalen Rippen, 20 μ = 1 mm

VIII Höhe der präparatorischen Verkalkungsschicht in den oberen normalen Rippen, 20 μ = 1 mm.

IX Höhe der sekundären Spongiosa in den oberen normalen Rippen, 20 μ = 1 mm.

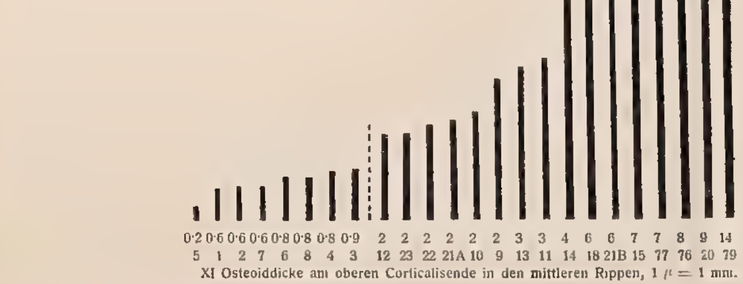


V Höhe der sekundären Spongiosa in den mittleren Rippen, 20 μ = 1 mm.



XIII Dentinoiddicke in der Krone der Backenzähne, 1 μ = 1 mm

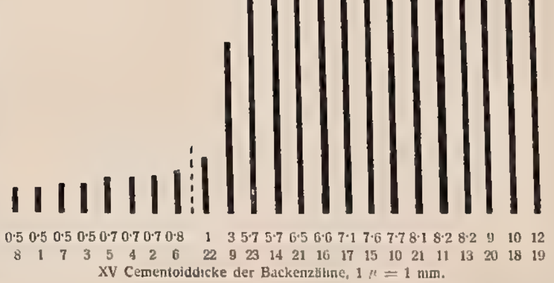
X Osteoiddicke in den mittleren Rippen, 1 μ = 1 mm



XI Osteoiddicke am oberen Corticalisende in den mittleren Rippen, 1 μ = 1 mm.

XIV Dentinoiddicke in der Wurzel der Backenzähne, 1 μ = 1 mm

XII Osteoiddicke in den oberen normalen Rippen, 1 μ = mm.



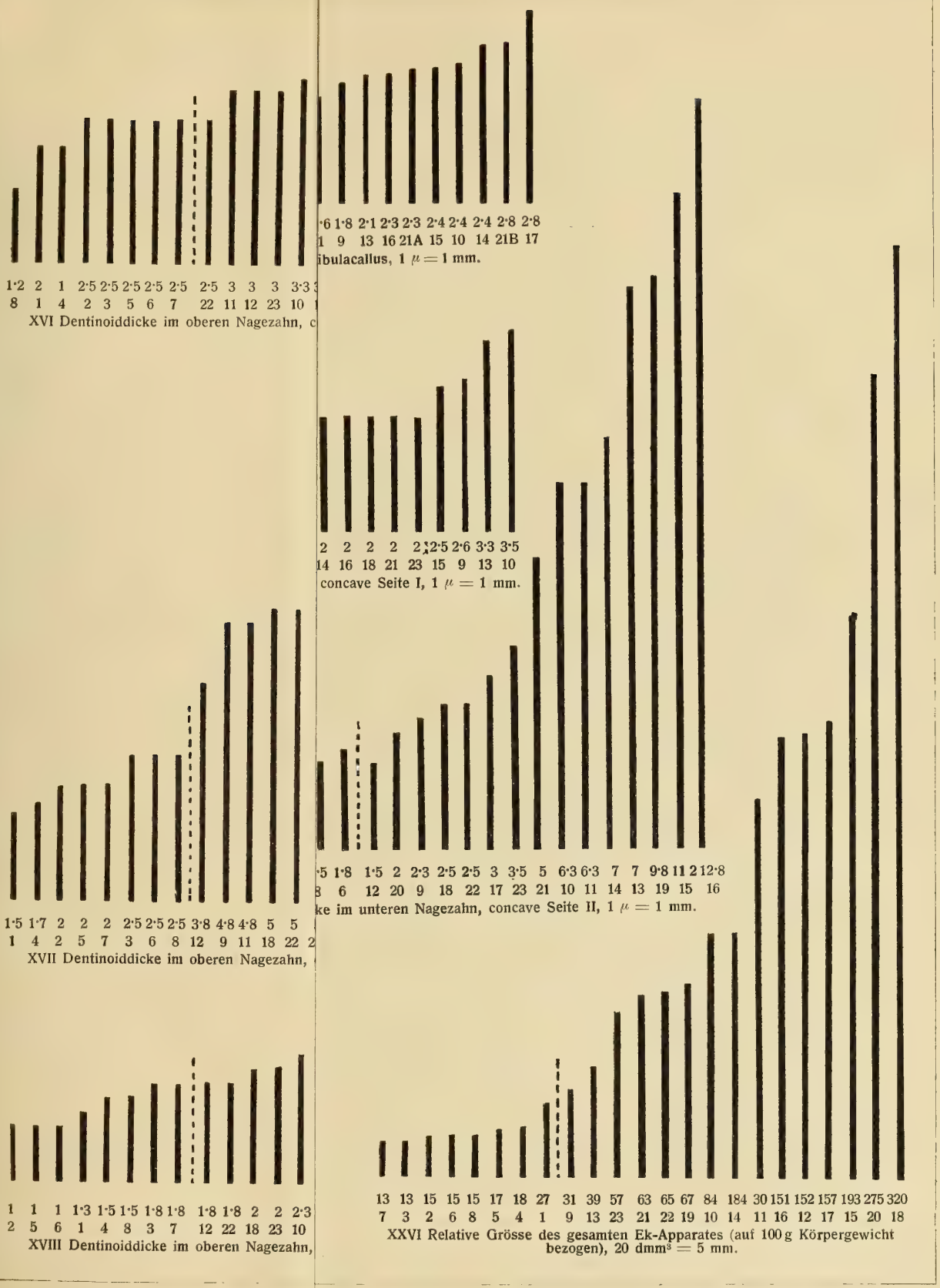
XV Cementoiddicke der Backenzähne, 1 μ = 1 mm.

Kunstanstalt Max Jaffé, Wien.

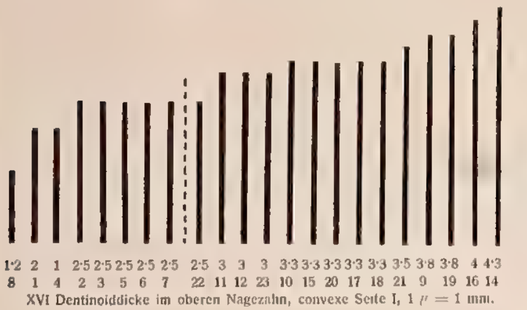
Tafel X.

Tafel X.

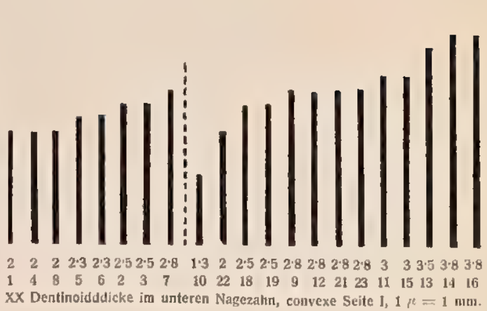
Diagramme XVI bis XXVI.



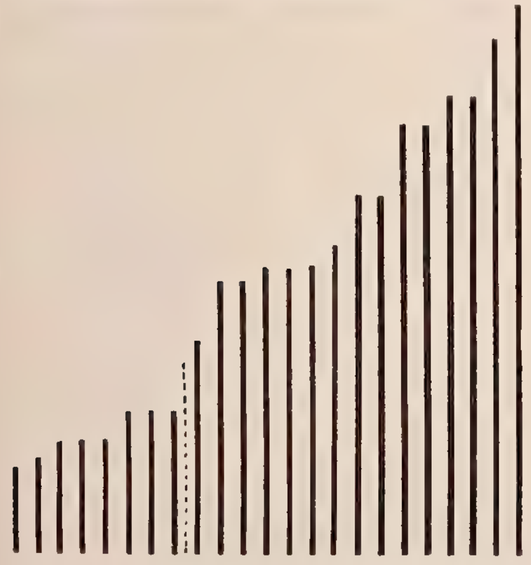
Kunstanstalt Max Jafté, Wien.



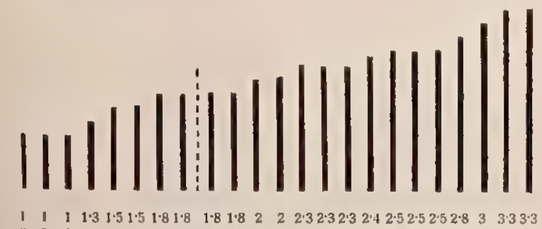
XVI Dentinoiddicke im oberen Nagezahn, convexe Seite I, 1 μ = 1 mm.



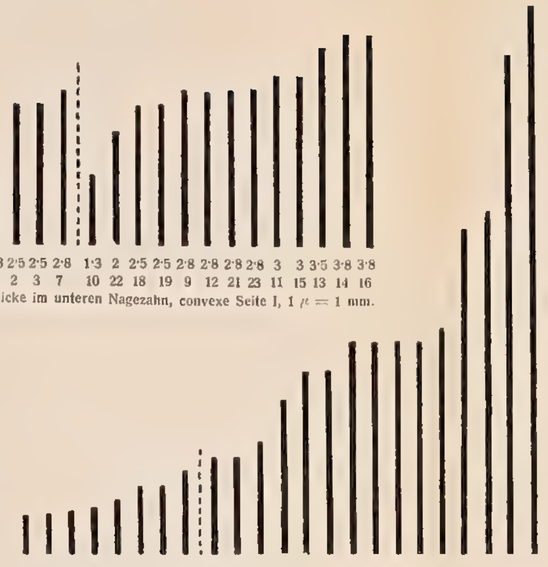
XX Dentinoidddicke im unteren Nagezahn, convexe Seite I, 1 μ = 1 mm.



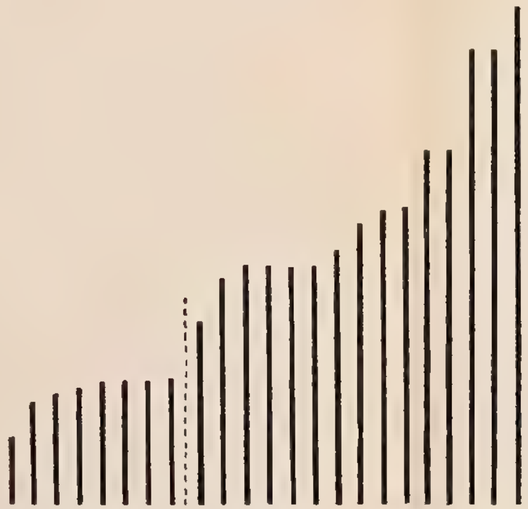
XVII Dentinoiddicke im oberen Nagezahn, convexe Seite II, 1 μ = 1 mm.



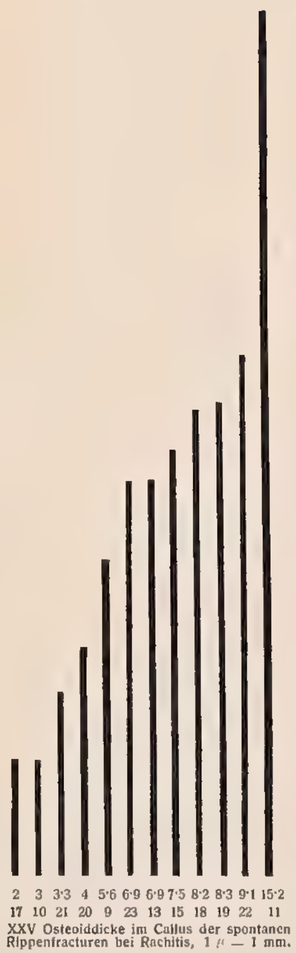
XVIII Dentinoiddicke im oberen Nagezahn, concave Seite I, 1 μ = 1 mm.



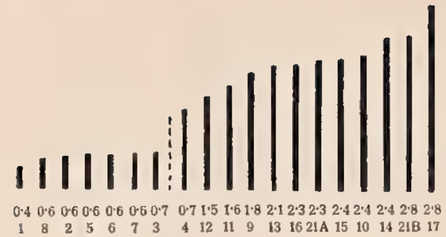
XIX Dentinoiddicke im oberen Nagezahn, concave Seite II, 1 μ = 1 mm



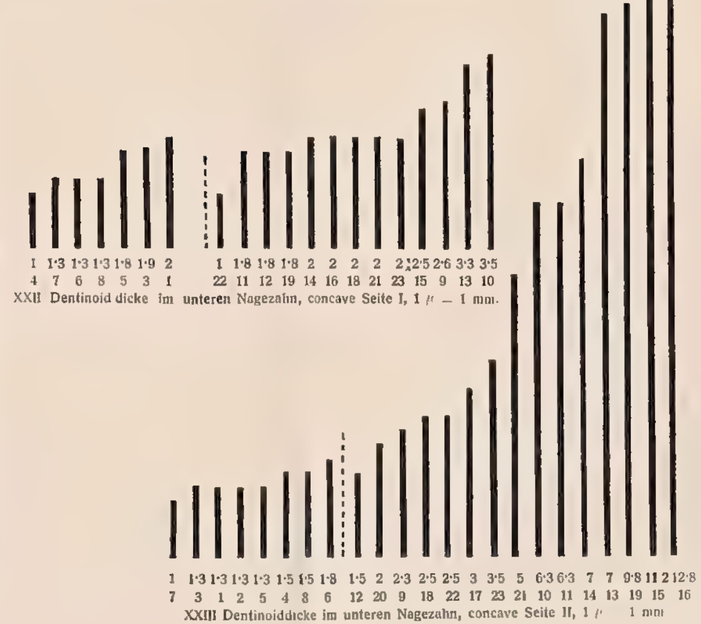
XXI Dentinoiddicke im unteren Nagezahn, convexe Seite II, 1 μ = 1 mm.



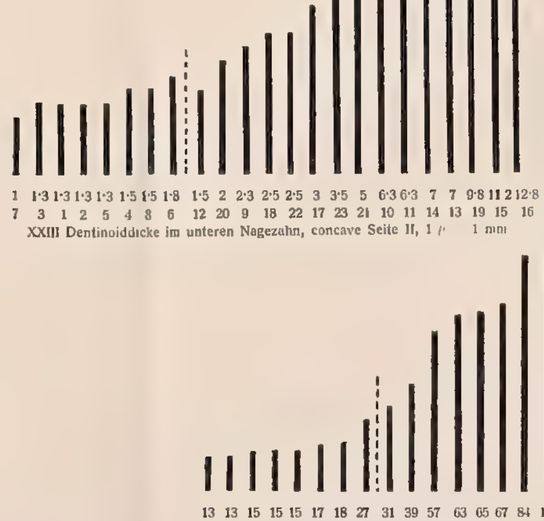
XXV Osteoiddicke im Callus der spontanen Rippenfracturen bei Rachitis, 1 μ — 1 mm.



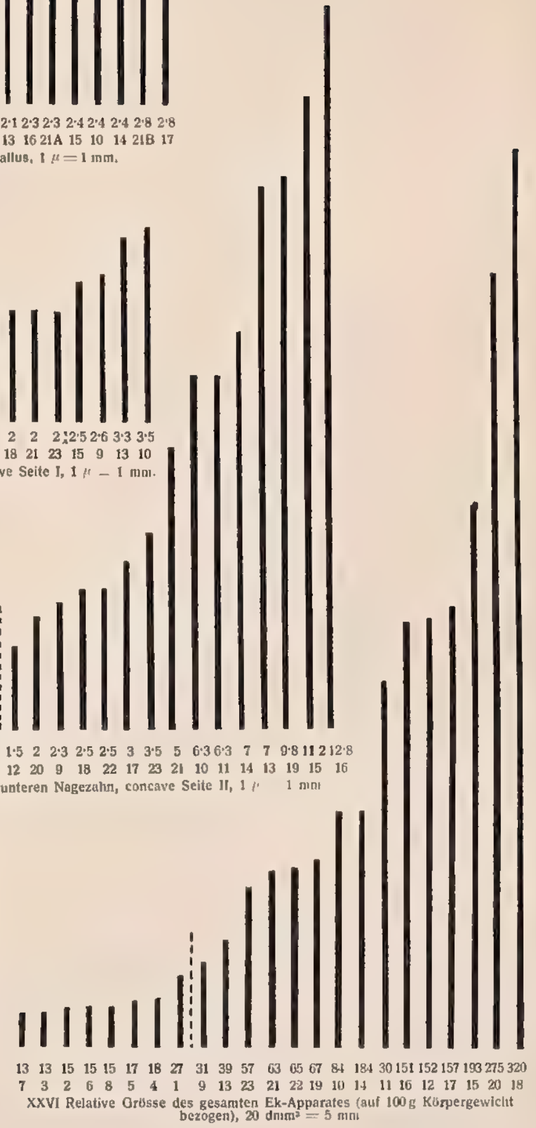
XXIV Osteoiddicke im Fibulacallus, 1 μ = 1 mm.



XXII Dentinoid dicke im unteren Nagezahn, concave Seite I, 1 μ — 1 mm.



XXIII Dentinoiddicke im unteren Nagezahn, concave Seite II, 1 μ 1 mm



XXVI Relative Grösse des gesamten Ek-Apparates (auf 100 g Körpergewicht bezogen), 20 dmm² = 5 mm

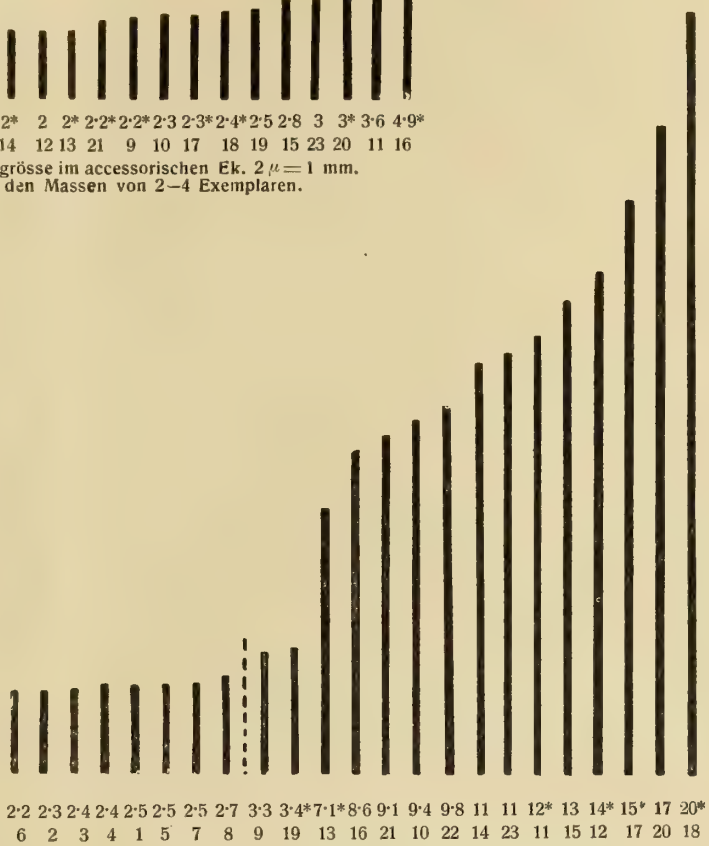
Kunstanstalt Max Jaffé, Wien.

Tafel XI.

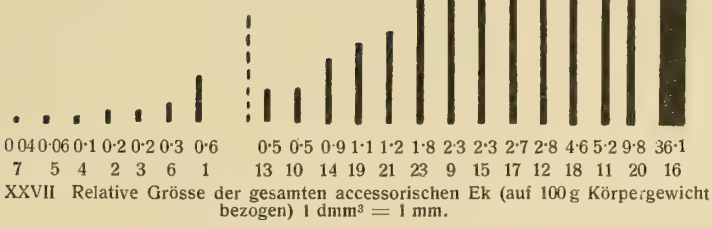
Tafel XI.

Diagramme XXVII bis XXIX.

XXIX Alveolargrösse im accessorischen Ek. $2\mu = 1$ mm.
* Mittel aus den Massen von 2—4 Exemplaren.



XXVIII Alveolargrösse im Haupt-Ek. $2\mu = 1$ mm
* Nur die grossalveoläre Partie ist dargestellt.



XXVII Relative Grösse der gesamten accessorischen Ek (auf 100 g Körpergewicht bezogen) 1 $dmm^3 = 1$ mm.

Kunstanstalt Max Jaffé, Wien.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01354 9498